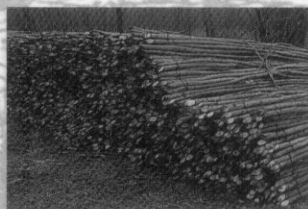


202



Natuurvriendelijke oevers

Oeverbeschermings- materialen



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

Dienst Weg-en Waterbouwkunde

.....
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Informatie en Documentatie
Postbus 20302
2500 EX Den Haag
070-3518004 / fax 070-3518003

202 Natuurvriendelijke oevers; oeverbeschermingsmaterialen

CUR Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde

Dit rapport is onder de volgende trefwoorden opgenomen in het CUR-infobestand:

oeverbeschermingsmaterialen	milieu-aspecten
beheer en onderhoud	milieu-wetgeving
constructieve aspecten	Bouwstoffenbesluit
ecologische aspecten	milieubeheer
materiaalkundige aspecten	natuurvriendelijke milieuvriendelijke oevers
materiaalkeuze	oeververdediging
	waterbouw

Auteursrechten

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de CUR.

Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt. "© CUR-publicatie 202 Natuurvriendelijke oevers; oeverbeschermingsmaterialen, Stichting CUR, Gouda, 1999."

Aansprakelijkheid

De CUR en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en de CUR sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens de CUR en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

ISBN 90 376 0150 2

Voorwoord

In 1994 is door de CUR het handboek "Natuurvriendelijke oevers" uitgebracht. Veel aandacht werd in dit handboek besteed aan de vraag op welke wijze een oever natuurvriendelijk kan worden ingericht. Na het uitkomen van dit handboek heeft het CUR-bestuur een kennisoverdrachtscommissie F 11 "Natuurvriendelijke oevers" ingesteld. Inmiddels is de kennis over inrichting en beheer van oevers flink toegenomen, mede dankzij een groot aantal uitgevoerde oeverprojecten. Door de CUR-commissie is voorgesteld de verschillende initiatieven voor het verzamelen van kennis en informatie te coördineren zodat een zogenoemd meekoppel-effect kan ontstaan. Het resultaat is dat een aantal afzonderlijk goed hanteerbare publicaties zijn uitgebracht. Hierbij is gekozen voor een min of meer thematische indeling van de te behandelen onderwerpen en deze uit te brengen als afzonderlijke publicaties. Hierdoor kon iedere publicatie specifiek worden toegesneden op de doelgroep. Op deze wijze is de drempel om de nieuwe kennis te gaan toepassen zo laag mogelijk gehouden.

De volgende publicaties maken deel uit van de uitgave reeks Natuurvriendelijke oevers:

- > Natuurvriendelijke oevers; aanpak en toepassingen, CUR-publicatie 200;
- > Natuurvriendelijke oevers; belasting en sterkte, CUR-publicatie 201;
- > Natuurvriendelijke oevers; oeverbeschermingsmaterialen, CUR-publicatie 202;
- > Natuurvriendelijke oevers; fauna, CUR-publicatie 203;
- > Natuurvriendelijke oevers; water en oeverplanten, CUR-publicatie 204;
- > Natuurvriendelijke oevers; vegetaties langs grotere wateren, CUR-publicatie 205.

De bijlage oeverbeschermingsmaterialen is volledig geactualiseerd aan de hand van praktijkervaringen en de gegevens verstrekt door leveranciers en fabrikanten van de diverse materialen. De actualisatie is uitgevoerd door ARCADIS Heidemij Advies BV. De werkzaamheden zijn begeleid door:

A. VAN DEN BURG, Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde;

IR. G.J. VERKADE, CUR.

Om de mensen die in de dagelijkse praktijk bezig zijn met de inrichting en het beheer van oevers behulpzaam te zijn bij het vinden van die organisaties die hen van advies kunnen dienen bij hun werkzaamheden, heeft de commissie het initiatief genomen om ruimte te bieden aan deze organisaties om zich in deze publicatie te presenteren.

De publicatie is uitgebracht onder verantwoordelijkheid van kennisoverdrachtcommissie F 11 "Natuurvriendelijke oevers".

De samenstelling van de commissie was als volgt:

PROF. IR. J. STUIP, VOORZITTER CUR

IR. A.D. BOS, SECRETARIS Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde

IR. R.E.A.M. BOETERS Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde

DRS. B. BOTMAN Unie van Waterschappen

ING. J.H. BRINKMAN Waterschap Regge en Dinkel

IR. T. VAN ELLEN DHV

ING. C. NIJBURG ONRI/ARCADIS Heidemij Advies

IR. C.M.A. VAN MEETEREN VBKO/Bitumarin B.V.

ING. W. PAAS IPO/Provincie Drenthe

ING. L.W. PIJNING Vereniging Stadswerk

IR. G.J. SCHIERECK TU-Delft

IR. W. SCHIPPERS IKC Natuurbeheer

IR. A.A.M. WEVERS Christelijke Hogeschool Windesheim

IR. J.L. KOOLEN, MENTOR CUR

IR. G.J. VERKADE, COÖRDINATOR CUR

De CUR spreekt haar dank uit aan de volgende organisaties die met een financiële bijdrage deze publicatie mogelijk maakten:

- > Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde;
- > ARCADIS Heidemij Advies
- > Vereniging van Waterbouwers in Bagger-, Kust en Oeverwerken (VBKO).

Juni 1999

Het bestuur van de CUR

Inhoudsopgave

		Samenvatting	7
		Summary	8
Hoofdstuk	1	Inleiding	9
	1.1	Natuurvriendelijke oevers	9
	1.2	Publicatie "oeverbeschermingsmaterialen"	9
	1.3	Leeswijzer	10
Hoofdstuk	2	Opzet van de uitwerking	11
Hoofdstuk	3	Wetgeving en overheidsbeleid	13
	3.1	Inleiding	13
	3.2	De Wet Bodembescherming	13
	3.3	De Wet Verontreiniging Oppervlaktewater	13
	3.4	De Wet Milieubeheer	13
	3.5	Het Bouwstoffenbesluit	14
Hoofdstuk	4	Overzicht oeverbeschermingsmaterialen	17
	4.1	Gras-kruiden mengsel	18
	4.2	Levend riet/biezen/elzen/wilgen	20
	4.3	Naaldhout	23
	4.4	Loofhout	26
	4.5	Biologisch afbreekbare geotextielen	29
	4.6	Zand	32
	4.7	Klei	35
	4.8	Alternatieve klei (gerijpte baggerspecie)	37
	4.9	Flugsand	40
	4.10	Grind	41
	4.11	Silex	44
	4.12	Breuksteen	45
	4.13	Schanskorven	48
	4.14	Zink- en kraagstukken	50
	4.15	Natuursteenelementen	52
	4.16	Fosforlakken	54
	4.17	Staalslakken	56
	4.18	Mijnsteen	58
	4.19	Granulaat	60
	4.20	Kunstmatige granulaten/geëxpandeerde kleikorrels	63
	4.21	Blokkenmat	65

	4.22	Betonelementen	67
	4.23	Zandcementblokken	70
	4.24	Colloïdaalbeton, open en dicht (penetratiemortel)	72
	4.25	Glasvezel versterkt cement	75
	4.26	Open steenasfalt/open steenasfaltmat	76
	4.27	Asfalt	79
	4.28	Verduurzaamd staal	82
	4.29	Recycled kunststof	84
	4.30	Geokunststoffen: geotextielen, vliezen, lichte en zware weefsels	86
	4.31	Geokunststoffen: structuurmatten	89
	4.32	Geokunststoffen: geogrids (rasters), drainageschermen en gewapende structuurmatten	91
	4.33	Geokunststoffen: geomembranen	93
BIJLAGE	1	Materiaalkeuzemogelijkheden per watertype	95
BIJLAGE	2	Advertenties en redactionele bijdragen	103
BIJLAGE	3	Adressengids	119

Samenvatting

Op de grens van land en water hebben oevers primair een waterkerende functie. Bij natuurvriendelijke oevers wordt daarnaast nadrukkelijk rekening gehouden met flora, fauna en het landschap. Dat geldt dan zowel bij de aanleg van de oever, als bij de inrichting en het onderhoud. Daarbij wordt ook zoveel mogelijk gedaan aan het voldoen aan de wensen en eisen die andere functies (bijvoorbeeld recreatie en landbouw) aan de oevers stellen.

Natuurvriendelijke oevers zijn niet onder één noemer te vatten. Er is een breed scala aan mogelijkheden, materialen en constructies om de oever de gewenste functie(s) te geven en te laten houden. Het meest geschikte type natuurvriendelijke oever is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden als type watergang, golfaanval, type water (zoet/brak/zout), mate van scheepvaart en de beschikbare ruimte. Ook de wensen en eisen van de dieren en planten in de omgeving zijn bij de keuze voor het type oever van belang.

De mate waarin een oever als natuurvriendelijk wordt beschouwd is niet eenduidig te definiëren. Een oever zou natuurvriendelijker kunnen worden genoemd naarmate meer groepen dieren, planten en processen uit de ter plaatse thuis horende oeverlevensgemeenschap er voordeel van ondervinden.

In natuurvriendelijke oevers kan een grove tweedeling worden aangebracht. Enerzijds zijn er technische ingrepen die de mate van natuurvriendelijkheid bepalen. Daarbij kan gedacht worden aan zogenoemde plasbermen, fauna-uitreepplaatsen, toepassing van vooroevers en dergelijke.

Anderzijds is de materiaalkeuze bepalend voor de mate van natuurvriendelijkheid. Toepassing van het ene materiaal vormt nauwelijks een belemmering voor flora en fauna terwijl een ander materiaal, zelfs met veel technisch vernuft, een grote belemmerende werking blijft houden. Deze publicatie gaat in op deze materiaalkundige aspecten.

Na een inleidend hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 de systematiek van de uitwerking toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de voor het gebruik van de materialen van belang zijnde wetgeving en het overheidsbeleid. In hoofdstuk 4 is de uitwerking gegeven van de 33 materialen.

Summary

At the boundary between land and water, the primary function of the bank is to retain the water, often by means of a dike. For nature-friendly banks, in addition, considerable emphasis is placed on the flora and fauna and the landscape. This applies both to the structure and to the layout and maintenance of the bank. Furthermore, as much as possible is done to satisfy the wishes and demands which other users (for recreational and agricultural) make in relation to the banks.

Nature-friendly banks cannot be placed in a single category; a broad range of options, materials and structures may be employed to give the bank the desired functions and to maintain these. What will be the most suitable type of nature-friendly bank depends greatly on local conditions such as type of waterway, wave action, type of water (fresh/brackish/salt), amount of waterborne traffic and the available space. The requirements of the plants and animals in the environs of the bank are also important when it comes to choosing the type of bank. The degree to which a bank may be considered nature-friendly cannot be easily defined. A bank will become increasingly nature-friendly as more groups of animals and plants colonise it. This is advantageous to the processes associated with the ecological community of the bank.

A rough division can be drawn when designing different types of nature-friendly banks. On one hand, technical operations determine the degree of nature-friendliness. These include so called marsh strips, fauna landing points, fore-bank protection and similar measures.

On the other hand, the choice of material determines the degree of nature-friendliness. The use of one type of material may scarcely hinder flora and fauna while another material, even one with great technical ingenuity, may cause a great degree of hindrance. This publication considers the various aspects relating to types of material used.

After an introductory chapter, Chapter 2 describes the methodology and execution. Chapter 3 gives an overview of laws relating to the use of the materials and to government policy, while Chapter 4 gives further details of the 33 types of material.

Hoofdstuk 1: Inleiding

1.1 NATUURVRIENDELIJKE OEVERS

Op de grens van land en water hebben oevers primair een waterkerende functie. Bij natuurvriendelijke oevers wordt daarnaast nadrukkelijk rekening gehouden met flora, fauna en het landschap. Dat geldt dan zowel bij de aanleg van de oever, als bij de inrichting en het onderhoud. Daarbij wordt ook zoveel mogelijk gedaan aan het voldoen aan de wensen en eisen die andere functies (bijvoorbeeld recreatie en landbouw) aan de oevers stellen.

Natuurvriendelijke oevers zijn niet onder één noemer te vatten. Er is een breed scala aan mogelijkheden, materialen en constructies om de oever de gewenste functie(s) te geven en te laten houden. Het meest geschikte type natuurvriendelijke oever is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden als type watergang, golfaanval, type water (zoet/brak/zout), mate van scheepvaart en de beschikbare ruimte. Ook de wensen en eisen van de dieren en planten in de omgeving zijn bij de keuze voor het type oever van belang.

De mate waarin een oever als natuurvriendelijk wordt beschouwd is niet eenduidig te definiëren. Een oever zou natuurvriendelijker kunnen worden genoemd naarmate meer groepen dieren, planten en processen uit de ter plaatse thuis horende oeverlevensgemeenschap er voordeel van ondervinden.

Basisprincipe bij een natuurvriendelijke oever is dat deze, binnen de waterkerende randvoorwaarden, een zo klein mogelijke belemmering vormt voor de overgang van water naar land. Dit resulteert er in dat dieren, planten en processen zoveel mogelijk hun natuurlijke gang kunnen gaan.

In natuurvriendelijke oevers kan een grove tweedeling worden aangebracht. Enerzijds zijn er technische ingrepen die de mate van natuurvriendelijkheid bepalen. Daarbij kan gedacht worden aan zogenaamde plasbermen, fauna-uitreepplaatsen, toepassing van vooroevers en dergelijke.

Anderzijds is de materiaalkeuze bepalend voor de mate van natuurvriendelijkheid. Toepassing van het ene materiaal vormt nauwelijks een belemmering voor flora en fauna terwijl een ander materiaal, zelfs met veel technisch vernuft, een grote belemmerende werking blijft houden. Deze publicatie gaat in op deze materiaalkundige aspecten.

1.2 PUBLICATIE "OEVERBESCHERMINGSMATERIALEN"

In deze publicatie is van 33 bouwstoffen/materialen informatie verzameld over hun eigenschappen in waterbouwkundige, milieutechnische en ecologische zin. Dit rapport vormt een onderdeel van de publicatiereeks 'Natuurvriendelijke oevers', maar is ook zelfstandig bruikbaar bij de keuze van oeverbeschermingsmaterialen. De oeverbeschermingsconstructie moet niet worden afgeleid uit de hier gepresenteerde informatie, maar uit het analyse- en beoordelingsproces (keuzeproces) beschreven in het handboek Natuurvriendelijke Oevers: aanpak en toepassingen CUR-publicatie 200. Als volgens dit keuzeproces materiaal nodig blijkt, kan uit de hier verzamelde informatie worden afgeleid welk materiaal het beste kan worden gebruikt. Bij toepassing van grond gaat daarbij de voorkeur uit naar schone grond of categorie 1 bouwstoffen uit het Bouwstoffenbesluit.

Met de toepassing van dit keuzeproces wordt invulling gegeven aan de basisprincipes van de natuurvriendelijke oevers, waarbij deze zoveel mogelijk voldoen aan de wensen van de aanwezige flora en fauna.

De studie heeft zich gericht op het vergaren van de huidige kennis op het gebied van genoemde materialen. Dit is gebeurd door bestudering van literatuur en het raadplegen van gegevens die verstrekt zijn door de leveranciers en fabrikanten van de diverse materialen. Naast deze gegevens is gebruik gemaakt van de bij de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van de Rijkswaterstaat aanwezige kennis en literatuur.

Het zwaartepunt van de studie heeft gelegen op de milieu- en ecologische aspecten van het materiaalgebruik. In dit licht wordt een uitputtende behandeling van de waterbouwkundige aspecten (constructieve, uitvoerings- en onderhoudstechnische) dan ook niet op zijn plaats geacht; hierover is al zeer veel kennis aanwezig die eenvoudig toegankelijk is. Beschrijving van de waterbouwkundige aspecten van de materialen heeft zich daarom zoveel mogelijk toegespitst op bijzondere aandachtspunten en karakteristieke aspecten van de materialen.

1.3 LEESWIJZER

Na dit inleidende hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 de systematiek van de uitwerking toegelicht. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de voor het gebruik van de materialen van belang zijnde wetgeving en het overheidsbeleid. In hoofdstuk 4 is de uitwerking gegeven van de 33 materialen.

De tabel in bijlage 1 geeft een overzicht van materiaalkeuzemogelijkheden in oevers van diverse watertypen. Voor een bepaald watertype kunnen zo de in aanmerking komende materialen worden vergeleken. De tabel dient niet als vervanging van de informatie uit hoofdstuk 4, maar eerder als samenvatting om een eerste indruk te krijgen van de constructieve en de ecologische aspecten. De tabel moet dan ook niet zonder de uitgebreide productinformatie worden gebruikt.

Hoofdstuk 2: Opzet van de uitwerking

Bij de uitwerking van de informatie is gekozen voor de onderstaande systematiek.

Definitie

Hier is de definitie uit een geautoriseerd document gegeven. Indien in de geautoriseerde documenten geen definitie is gegeven, of wanneer meerdere definities worden gebruikt is een definitie c.q. omschrijving opgesteld.

Nadere informatie

De herkomst of het productieproces van het materiaal is hier beschreven. Soms is de naam van het materiaal zo algemeen dat het nodig is het materiaal onder te verdelen in meer specifieke materialen.

Toepassingsgebied

Aangegeven is hoe en waar het materiaal wordt toegepast. Er is verondersteld dat uit het toepassingsgebied al blijkt of het materiaal onder, op of boven de waterlijn kan worden gebruikt. Zo niet, dan wordt expliciet vermeld op welke van deze locaties toepassing kan plaatsvinden.

Constructieve aspecten

Karakteristieke aspecten betreffende de constructieve waarde van het materiaal en relevante eigenschappen die van invloed kunnen zijn op het constructieve gedrag en de constructieve toepasbaarheid, worden hier vermeld.

Materiaalkundige aspecten

Voor zover bekend en relevant staan hier de volgende materiaalkundige aspecten vermeld:

- > dichtheid of massa;
- > vorm;
- > afmetingen of korrelverdeling;
- > sterkte statisch (buigtreksterkte, treksterkte, scheursterkte);
- > sterkte dynamisch;
- > elasticiteitsmodulus;
- > wrijvingseigenschappen (interne wrijvingshoek);
- > waterdoorlatendheid en zanddichtheid;
- > duurzaamheid.

De tussen haakjes staande, meer specifieke, aspecten vervangen vaak het algemeen genoemde aspect. Waar mogelijk is verwezen naar regelgeving (CUR-Aanbevelingen, NEN-normen, standaardbesteksbepalingen RAW).

Milieu-aspecten

Bij milieu-aspecten worden, indien relevant, de volgende aspecten behandeld: milieu-effecten van productie en winning, milieuhygiënische aspecten en landschappelijke effecten.

De nadruk is zoveel mogelijk komen te liggen op het aangeven van in de bouwstof/materiaal voorkomende concentraties (samenstelling, uitloging) van kritische stoffen.

Opgemerkt dient te worden, dat de methoden om concentraties te bepalen sterk kunnen verschillen waardoor metingen niet altijd vergelijkbaar zijn. Uit milieu-oogpunt toelaatbare concentraties zijn bij diverse materialen wel aangegeven, omdat deze indicatief zijn voor de milieurisico's. Een toelichting op de huidige stand van zaken met betrekking tot wetgeving is te vinden in hoofdstuk 4.

Ecologische aspecten

Bij de ecologische aspecten is, afhankelijk van de toepassing van het materiaal, de geschiktheid als leefgebied voor planten (begroeibaarheid, doorgroeibaarheid) en dieren aangegeven. Zoveel mogelijk zijn vestigingsvoorwaarden en/of beperkingen van het materiaal beschreven.

Uitvoering

Speciale aandachtspunten bij de uitvoering.

Beheer en onderhoud

Aandachtspunten voor de beheersmethode en de wijze waarop en de mate, waarin onderhoud moet worden gepleegd.

Opmerkingen

Overige relevante informatie.

Conclusies voor gebruik in oevers

Hier wordt een korte beoordeling ten aanzien van gebruik in oevers gegeven.

Bepalingen

Indien voor het materiaal besteksbepalingen gelden staat dat hier vermeld. Het gaat met name om de Standaard RAW Bepalingen 1995. Tevens worden de relevante geautoriseerde documenten vermeld.

Literatuur

Overzicht relevante literatuur.

Hoofdstuk 3: Wetgeving en overheidsbeleid

3.1 INLEIDING

De volgende milieuwetten zijn van belang voor de toepassing van materialen voor de verdediging van oevers:

- > Wet Bodembescherming;
- > Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren;
- > Wet Milieubeheer;
- > Bouwstoffenbesluit.

In de volgende paragrafen wordt hierop kort ingegaan.

3.2 DE WET BODEMBESCHERMING

De Wet Bodembescherming is een raam- of kaderwet. De doelstelling van deze wet is de bescherming van de bodem tegen verontreinigingen. Bij Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) kunnen op grond van de Wet Bodembescherming regels worden gesteld met betrekking tot het verrichten van handelingen, waarbij stoffen die de bodem kunnen verontreinigen of aantasten, op of in de bodem worden gebracht.

3.3 DE WET VERONTREINIGING OPPERVLAKTEWATER

De Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO) heeft als doel de bescherming van het oppervlaktewater tegen verontreiniging. Volgens (artikel 1 van) de WVO is het niet toegestaan zonder vergunning schadelijke en verontreinigende stoffen of materialen in het oppervlaktewater te brengen. De WVO geldt ook voor materialen die als oeverbescherming gebruikt worden. In principe moet voor iedere toepassing een aparte WVO-vergunning worden verleend. Bij de in werking treding van het Bouwstoffenbesluit (zie paragraaf) is voor materialen en bouwstoffen die voldoen aan de normen voor categorie 1-bouwstoffen verlening van een WVO-vergunning niet meer vereist.

Er is inmiddels een ruime beschikbaarheid van materialen die een lage milieubelasting op het oppervlaktewater hebben.

3.4 DE WET MILIEUBEHEER

In 1993 is de Wet Milieubeheer van kracht geworden waarmee de Wet algemene bepalingen milieuhygiëne is vervallen. De Wet Milieubeheer is een kaderwet en streeft naar een integrale aanpak van de milieuproblematiek. Alle aspecten van het milieubeleid moeten in hun onderlinge samenhang worden bekeken. De integrale milieuvergunning vervangt bijvoorbeeld onder meer vijf sectorale milieuvergunningen. Ook op het gebied van de planvorming streeft de nieuwe wet naar uniformering en afstemming. Een belangrijk onderdeel vormen de milieukwaliteitseisen.

Dit zijn de kwaliteitseisen, die tot nu toe ondermeer werden vastgesteld op grond van de Wet inzake de Luchtverontreiniging, de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren en de Wet Bodembescherming.

De milieukwaliteitseisen kunnen gelden voor heel Nederland of voor bepaalde gebieden. Ook kunnen de milieukwaliteitseisen voor bepaalde gebieden strenger zijn dan voor overig Nederland. Milieukwaliteitseisen kennen twee niveaus van milieubescherming. Ten eerste is het niveau dat niet overschreden mag worden zonder ernstige en onomkeerbare gevolgen. Deze gevarengrens wordt de grenswaarde genoemd. Deze waarde moet door het bevoegd gezag in acht worden genomen bij het verlenen van vergunningen. Boven de grenswaarde ligt de richtwaarde. De richtwaarde is de waarde die men (binnen een gegeven tijd) zoveel mogelijk moet zien te bereiken of moet handhaven. Met deze richtwaarde moet door het bevoegd gezag rekening worden gehouden bij de vergunningsverlening. Met andere woorden: van deze waarde mag slechts gemotiveerd worden afgeweken.

Met betrekking tot de procedures voor vergunningen en ontheffingen geldt, dat vanaf het moment dat de aanvraag is ingediend de definitieve beschikking binnen zes maanden moet volgen. In overleg met de aanvrager is het mogelijk de termijn te verlengen. Binnen drie maanden moet de ontwerpbeschikking verzonden zijn. In deze termijn moet de gehele procedure zijn afgerond, waarna voor het indienen van bezwaren een vaste termijn van één maand geldt. Binnen zes maanden moet de definitieve beschikking zijn verzonden, waarna de mogelijkheid bestaat om gedurende een vaste periode van een maand bij Raad van State in beroep te gaan.

3.5 HET BOUWSTOFFENBESLUIT

De overheid werkt reeds geruime tijd aan regelgeving voor het gebruik van steenachtige materialen, grond, baggerspecie en dergelijke bij bouwwerkzaamheden. In het Bouwstoffenbesluit wordt een deel van het milieuhygiënisch kader, voor zover het de bodem en het oppervlaktewater betreft, geregeld voor hergebruik en nuttige toepassing van reststoffen.

De wettelijke regeling "Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterbescherming" zal in twee fasen in werking treden. De eerste fase, de zogenoemde verwijderingsplicht, is op 1 januari 1996 van kracht geworden. De tweede fase, het volledige Bouwstoffenbesluit inclusief de ministeriële uitvoeringsregeling, zal op 1 juli 1999 geheel in werking treden.

In het Bouwstoffenbesluit is bepaald dat werken die eerder zijn uitgevoerd dan zes maanden voordat het besluit of een onderdeel ervan in werking treedt, niet onder (het onderdeel van) het besluit vallen.

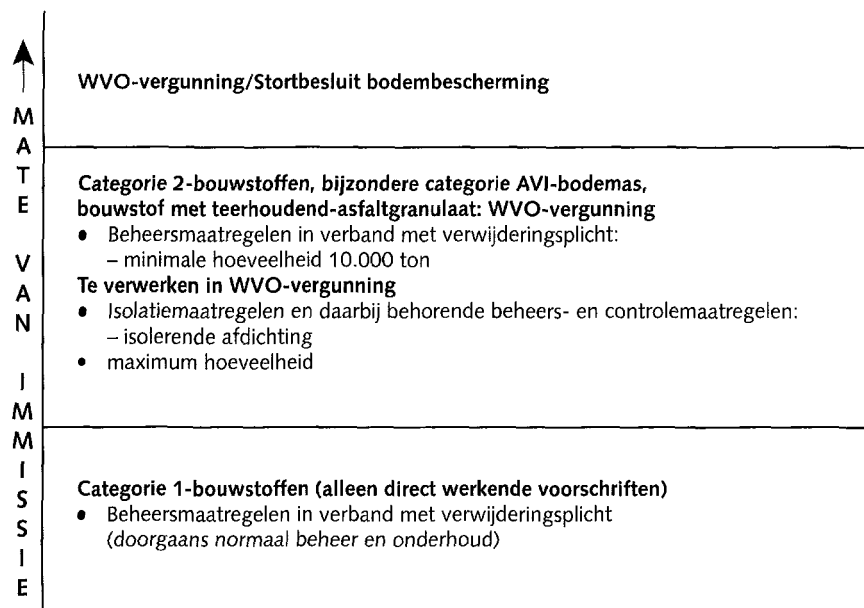
Verschillen

De gezamenlijke provincies, verenigd in het Interprovinciaal Overleg (IPO), hebben op 22 december 1994, in afwachting van de volledige invoering van het Bouwstoffenbesluit, interimbeleid vastgesteld voor het werken met secundaire grondstoffen. Dat is gebeurd in de nota "Werken met Secundaire grondstoffen". Deze nota, die als basis dient voor het beleid van afzonderlijke provincies, sluit in grote lijnen aan bij de regels en normen van het Bouwstoffenbesluit.

Er zijn echter ook grote verschillen, waaronder de volgende:

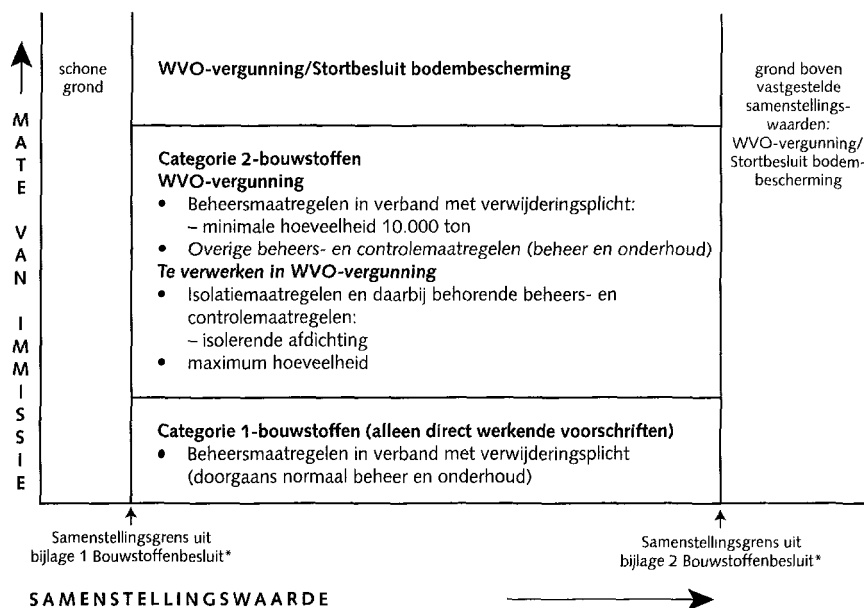
- > het IPO-beleid is gericht op secundaire grondstoffen en grond; het Bouwstoffenbesluit behelst alle bouwstoffen, zowel primaire als secundaire;
- > in het IPO-beleid worden AVI-bodemas en teerhoudend asfaltgranulaat (TAG) als bijzondere categorieën aangeduid. In het IPO-beleid is zeefzand ook als bijzondere categorie opgenomen. In het Bouwstoffenbesluit bestaan slechts twee bijzondere categorieën: AVI-bodemas en TAG;
- > in de IPO-notitie worden de resultaten van uitloogtesten getoetst aan de U1- en U2-norm; in het bouwstoffenbesluit wordt de emissie gerelateerd aan een maximale emissiewaarde.

In afbeelding 1 zijn de gebruiksvoorschriften van categorie 1- en categorie 2-bouwstoffen samengevat. Voor grond in oppervlaktewater gelden specifieke regels die in afbeelding 2 verduidelijkt worden.



Afbeelding 1

Gebruiksvoorschriften voor gebruik van categorie 1- en categorie 2-bouwstoffen, met uitzondering van grond, in oppervlaktewater.



Afbeelding 2

Gebruiksvoorschriften voor gebruik van grond in oppervlaktewater¹. Omdat bij grond ook de samenstellingswaarden conform het Bouwstoffenbesluit van belang zijn, is in het schema horizontaal de samenstelling opgenomen.

¹ Zie voor betreffende samenstellingsgrenzen bijlage 1 en 2 van het Bouwstoffenbesluit.

Een belangrijke verandering ten opzichte van het Werkenbesluit is de terugnameverplichting die in het Bouwstoffenbesluit is opgenomen. De normstelling in het besluit is gegeven in de vorm van een prestatie-eis: het aantal mg van een bepaalde stof per m² per 100 jaar waarmee de bodem maximaal belast mag worden. Aan bouwstoffen in werken die zelfstandig aan deze eis kunnen voldoen worden, behoudens de verwijderingsplicht, geen verdere eisen gesteld (categorie 1 bouwstoffen).

Indien een bouwstof gebruikt in een werk niet zelfstandig aan deze prestatie-eis kan voldoen dienen isolatiemaatregelen te worden getroffen, waardoor het contact van de bouwstof met regen-, oppervlakte- of grondwater afneemt en de bodem- en oppervlaktewaterbelasting vermindert (categorie 2 bouwstoffen).

Bouwstoffen die desondanks niet aan de gestelde prestatie-eis zouden kunnen voldoen, mogen niet gebruikt worden in werken als bedoeld in het Bouwstoffenbesluit. Voor het op of in de bodem brengen van dergelijke bouwstoffen geldt het Stortbesluit bodembescherming.

Over het algemeen zal de normstelling voor bodembescherming ook voldoende bescherming bieden aan het oppervlaktewater omdat de normstelling voor de bodembescherming maatgevend is.

In kleine, niet of nauwelijks stromende watergangen kunnen door middel van een WVO-vergunning evenwel extra eisen worden gesteld aan bijvoorbeeld maximale watertemperatuur, de diepte en gebruikte hoeveelheid.

In de Uitvoeringsregeling van het Bouwstoffenbesluit van 30 januari 1998 zijn ook voorschriften voor isolatie opgenomen. De wijze waarop de controle en handhaving zal worden georganiseerd is opgenomen in De Handhavings- en Uitvoeringsmethode Bouwstoffenbesluit.

Voor nadere informatie betreffende het Bouwstoffenbesluit kan het CUR-rapport 96-1, Op weg met het Bouwstoffenbesluit, geraadpleegd worden.

Daarnaast heeft de Dienst Weg- en Waterbouw van Rijkswaterstaat een telefonische helpdesk geopend. Deze helpdesk is telefonisch te bereiken op nummer 015-2 518 205. Per fax is de helpdesk te bereiken op nummer 015-2 518 555. Het E-mail-adres is: bsb@dww.rws.minvenw.nl.

Voor algemene informatie met betrekking tot Duurzaam Bouwen kan de Dubo infodesk van het Nationaal Dubo Centrum worden geraadpleegd: 030 – 23 22 222. Het E-mail-adres is: infodesk@dubo-centrum.nl.

Hoofdstuk 4: Overzicht oever- beschermingsmaterialen

4.1	Gras-kruiden mengsel	18
4.2	Levend riet/biezen/elzen/wilgen	20
4.3	Naaldhout	23
4.4	Loofhout	26
4.5	Biologisch afbreekbare geotextielen	29
4.6	Zand	32
4.7	Klei	35
4.8	Alternatieve klei (gerijpte baggerspecie)	37
4.9	Flugsand	40
4.10	Grind	41
4.11	Silex	44
4.12	Breuksteen	45
4.13	Schanskorven	48
4.14	Zink- en kraagstukken	50
4.15	Natuursteenelementen	52
4.16	Fosforslakken	54
4.17	Staalslakken	56
4.18	Mijnsteen	58
4.19	Granulaat	60
4.20	Kunstmatige granulaten/geëxpandeerde kleikorrels	63
4.21	Blokkenmat	65
4.22	Betonelementen	67
4.23	Zandcementblokken	70
4.24	Colloïdaalbeton, open en dicht (penetratiemortel)	72
4.25	Glasvezel versterkt cement	75
4.26	Open steenasfalt/open steenasfaltmat	76
4.27	Asfalt	79
4.28	Verduurzaamd staal	82
4.29	Recycled kunststof	84
4.30	Geokunststoffen: geotextielen, vliezen, lichte en zware weefsels	86
4.31	Geokunststoffen: structuurmatten	89
4.32	Geokunststoffen: geogrids (rasters), drainageschermen en gewapende structuurmatten	91
4.33	Geokunststoffen: geomembranen	93

4.1 GRAS-KRUIDEN MENGSEL

Definitie

Grondmat begroeid met gras, schijngrassen, kruiden en bloemen.

Nadere informatie

Er kan gebruik worden gemaakt van voorgekweekte zoden, maar meestal wordt het zaad ingezaaid.

Toepassingsgebied

Naast toepassing als dijkbekleding worden deze mengsels voornamelijk toegepast als landschappelijke inpassing van de oever, boven de gemiddelde (hoog)waterlijn. In getijdegebied kunnen grasrijke oevers, begroeid met zoutbestendige grassoorten, worden aangelegd tot ver onder de gemiddelde hoogwaterlijn.

Constructieve aspecten

Vooral de beworteling van een gras-kruiden mengsel gaat erosie (m.n. tegen afstromend regenwater) tegen. Voor de ontwikkeling van het mengsel is een laag geschikte grond van ten minste 0,2 m nodig. Kruiden en grassen ontwikkelen bij extensief beheer een dicht wortelstelsel om toch aan voldoende voedsel te komen. Een dergelijke extensief beheerde vegetatie, met een relatief soortenrijke begroeiing heeft een betere doorworteling en een dichtere zode. Dit komt de erosiebestendigheid ten goede. Belangrijk is verder de lengte van de vegetatie ten tijde van hoog water; een juiste lengte resulteert in een dakpaneffect. Bij golfslag treedt dit effect echter niet op. Voor de erosiebestendigheid van deze vegetatie is ook de lichttoevoer van groot belang. Wanneer de vegetatie gaat legeren kan het licht niet meer tot de bodem doordringen en kan er rot optreden. Er kunnen zo kale plekken ontstaan.

Materiaalkundige aspecten

Gezien de mogelijke variatie van de vegetatie is het moeilijk om van "materiaal" te spreken. Dit materiaal is niet eenvormig maar gevarieerd:

- > dichtheid: afhankelijk van ontwikkeling, gebruik en onderhoud;
- > afmetingen: bewortelingsdiepte na enige jaren 25–30 cm, de eerste 4-6 cm is sterk doorworteld;
- > sterkte statisch: gering en seizoensafhankelijk;
- > sterkte dynamisch: onder goede omstandigheden bestand tegen matige kortdurende golfbelasting;
- > waterdoorlatendheid: bepaald door bodemstructuur van het materiaal;
- > duurzaamheid: onbeperkt mits goed beheerd.

Milieu-aspecten

Negatieve milieu-effecten zijn te verwachten bij een intensief beheer met bestrijdingsmiddelen en/of een hoge meststofgift. Landschappelijk gezien vormt een gras-kruiden mengsel een begroeide, groene oever of talud. Na het maaien van de vegetatie is afvoeren aan te bevelen. Afvoeren van het maaisel voorkomt dat na mineralisatie voedingsstoffen in het water komen. Daarnaast worden bij het maaien voedingsstoffen in de bodem afgevoerd, die tot een sterke groei van snel groeiende ruigtekruiden met een relatief grove doorworteling leiden. Zo'n verruigde vegetatie heeft een zeer lage erosiebestendigheid. Bij het steken van zoden op kwelders vindt een tijdelijk negatief milieu-effect plaats.

Ecologische aspecten

In gras-kruiden vegetaties kunnen zich op den duur andere planten vestigen, zoals stroomdalplanten. Dit is afhankelijk van het beheer en milieuomstandigheden. Om diverse soorten de kans te geven te bloeien en zaad te vormen moet de eerste maaibeurt plaatsvinden na half juni. Voor vestiging is verschraling nodig door extensief beheer. Dat geeft de juiste vegetatiestructuur en het vereiste lage nutriëtniveau.

Door mengsels met minder dominante soorten te gebruiken en door minder zaad per oppervlakte-eenheid te gebruiken kan zich, in vergelijking met de traditionele grasmengsels, een afwisselende vegetatie ontwikkelen. Door het beheer af te stemmen op lokale terreinkenmerken zoals kwelplekken en aanwezige gradiënten (hoog-laag en voedselrijk-voedselarm) kunnen de natuurwaarden verder ontwikkeld worden. De ontstane vegetatie biedt voor diersoorten, zoals insecten, vogels en kleine zoogdieren een geschikt foerageer-, voortplantings-, schuil- en trekgebied. De geringe schuil- en leefmogelijkheden kunnen de verplaatsingsmogelijkheden voor dieren beperken.

Uitvoering

Bij het zaaien van het mengsel van gras, schijngrassen en russen moet aandacht besteed worden aan de milieuomstandigheden waarin de grasmat zich bevindt. Bij toepassing van grasrijke oevers op groene zeedijken moeten onderaan het buitentalud zouttolerante grassoorten worden toegepast. Hoger op het talud en aan de binnenzijde kunnen grassen voor zoete milieus worden toegepast. Ook de eventuele aanwezige peilfluctuaties zijn een belangrijk aandachtspunt bij de mengselkeuze. Tenslotte is de grondsoort van belang.

Beheer en onderhoud

De vegetatie dient regelmatig te worden gemaaid en/of begraasd. Een gevarieerde begroeiing met een goed doorwortelde zode kan worden verkregen met een extensieve begrazing met jong vee of schapen en/of een extensief maaï- (en afvoer)regime. Op dijktaaluds dient opslag van ruigtes en struweel te worden voorkomen, hetgeen kan door (extensieve) begrazing. Het plaatselijk maaïen van een dergelijke opslag is dan een mogelijke aanvullende maatregel. Tevens dienen mollen en konijnen bestreden te worden.

Er zijn diverse gecertificeerde graszaadmengels in de handel.

Conclusies voor gebruik in oevers

Deze vernieuwbare bouwstof is goed bruikbaar. Grasrijke oevers bieden goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Bij het steken van zoden op kwelders vindt een tijdelijk negatief milieu-effect plaats.

Bepalingen

Bepalingen voor de uitvoering van zaaien en bezoden zijn in de Standaard RAW Bepalingen 1995 opgenomen.

Literatuur

- > DWW Wijzer 28, Grasmata, uitgave 1992.
- > DWW Brochure Grasmata als dijkbekleding, TAW, J. Muijs, Delft, 1999.
- > Fliervoet, L.M., Aanleg en beheer van grasland op rivierdijken. Unie van Waterschappen, Adviesgroep Vegetatiebeheer IKC-NBLF, Wageningen, 1992.
- > Sprangers, J.T.C.M. Vegetatie van Nederlandse zeedijken, 1989.
- > Sprangers, J.T.C.M., K.V. Sykora, L.M. Fliervoet. Botanische en civieltechnische kwaliteiten van vegetatie op Nederlandse zeedijken. Landinrichting nr. 5, 1991.

- > Sykora, K.V. en C.I.J.M. Liebrand. Natuurtechnische en civieltechnische aspecten van rivierdijkvegetaties, 1987.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Aanleg, beheer en onderhoud van de grasmat op rivierdijken. TAW Delft, 1981.

4.2 LEVEND RIET/BIEZEN/ELZEN/WILGEN

Definitie

Riet (*Phragmites australis*) is een in het water (0,6 tot 1 m diepte) of op drassige grond groeiende, 1 tot 4 meter hoge grassoort. Riet wordt vaak aangetroffen in grote oppervlakten, of in zogenoemde rietkragen. Mattenbies (*Scirpus lacustris*) is een in stagnant tot zwak stromend, zoet tot brak water (> 1 m diepte) voorkomende cypergras ofwel schijngras. Naast mattenbies is de zeebies (*Scirpus maritimus*) een in brak water veel voorkomende soort.

De zwarte els (*Alnus glutinosa*) kent zowel variëteiten die een struikvorm aannemen (in veenmoerassen) als variëteiten die zich temidden van andere boomsoorten kunnen handhaven (langs beken).

Binnen het geslacht wilg (*Salix spec.*) zijn vele soorten te vinden die aan natte situaties zijn aangepast en waarvan de meeste uitsluitend kunnen voorkomen in gebieden die onder invloed van het (grond)water staan. Er zijn zowel struik- als boomvormende soorten.

Nadere informatie

Riet en mattenbies komen van nature in Nederland voor. Door de sterke structuur van de stengels en door hun aanwezigheid in aaneengesloten "kragen", dempen ze golven en reduceren ze stroming, waardoor erosie wordt tegengegaan. Riet en bies komen voor in de zogenoemde rietzone, waarbij de bies zich meestal aan de zijde met dieper water ontwikkelt. Hiervan staat het lager gelegen deel ongeveer een half jaar permanent onder water. Droogstand wordt door riet goed verdragen, door bies slecht of niet. Langdurige overstromingen (halmen onder water) worden door beide slecht verdragen.

Riet toegepast in oevers is afkomstig van kwekerij of uit bestaande rietkragen in de directe omgeving van het werk. Het is te verkrijgen als stek, zode, rietplant of zaad. Gebiedseigen materiaal heeft de voorkeur. Na het groeiseizoen sterven de bovengrondse delen van het riet af. In het voorjaar lopen de ondergrondse delen weer uit. Maaien van riet stimuleert deze ontwikkeling. Mattenbies is als stek te verkrijgen bij de kwekerij maar wordt ook als zode of wortelstok aangeplant.

Elzen en wilgen komen voor in de zogenoemde zachthoutzone. Dit deel wordt alleen gedurende perioden met gemiddeld hoogwater overspoeld. In de vegetatieperiode worden langdurige (> 3 dagen) overstromingen slecht verdragen. Els en wilg zijn als stek te verkrijgen bij kwekerijen.

Toepassingsgebied

Levend riet, biesen, elzen en wilgen worden gebruikt als oeverbescherming op de waterlijn in stagnant of langzaam stromend zoet tot brak water. Riet komt in verband met langdurige overstromingen in het bovenstroomse deel van het Nederlandse rivierengebied weinig of niet voor. Zwarte els wordt vaak toegepast als

bescherming voor beekoevers. Wilgen worden met name toegepast als oeverbescherming van meren en plassen.

Constructieve aspecten

Riet heeft evenals bies een dempende werking op golven. De mate waarin hangt af van taludhelling, breedte rietkraag en golfklimaat. In de winter verhouten de halmen en behouden zo een deel van de golfdempende werking. De wortels bieden bescherming tegen bodemerosie. Door de directe (mechanische) effecten van golven kunnen de planten beschadigen. Indirect kunnen de planten worden benadeeld door beïnvloeding van de groeiomstandigheden. De planten verdragen vooral in het groeiseizoen geen hoge golven en stromingen. Een sterk aan de wind geëxponeerde oever (west/zuidwest) zal dus, zonder aanvullende maatregelen zoals een tijdelijke houten beschoeiing, niet geschikt zijn voor bies en riet. Elzen hebben zeer goede oeverbeschermende eigenschappen (ook op steile oevers) door een sterk verticaal gericht en dicht wortelstelsel dat zich tot onder de waterlijn ontwikkelt.

Wilgen, vooral de struikwilgen, hebben een goede oeverbeschermende werking door eigenschappen als grote buigzaamheid, grote groeisnelheid en de vorming van adventief wortels.

Materiaalkundige aspecten

Levend plantmateriaal vergroot door de doorworteling van de oever de erosiebestendigheid. Levend plantenmateriaal heeft in het algemeen een sterke golfdempende werking. Een rietkraag van 6 meter met een oeverhelling van 1:15 heeft een golfdempende werking van 90%; een rietkraag van 2 meter met een oeverhelling van 1:4 dempt 60% van de golven.

Milieu-aspecten

Riet en biezen hebben een waterzuiverend vermogen voor onder meer stikstof en fosfaat. Een en ander is afhankelijk van het waterniveau, de aanwezigheid van peilfluctuaties en het beheer (maaien en afvoeren). De hier genoemde materialen zijn vernieuwbaar en het gebruik leidt dus niet tot uitputting. Negatieve effecten van winning en productie op natuur en landschap zijn zeer gering. Afhankelijk van tijdstip en oogstmethode kan verstoring optreden van aanwezige fauna, zoals broedende vogels. Uitgestrekte velden maar ook smalle kragen van riet of bies geven een visueel aantrekkelijke oever. Dit geldt eveneens voor toepassing van de zwarte els en wilgensoorten.

Ecologische aspecten

Riet en biezen zijn helofyten, die van nature veel op de grens van land en water groeien. Tussen riet kunnen zich op den duur andere, soms zeldzame, plantensoorten vestigen. Dit is afhankelijk van het beheer en andere milieuomstandigheden. Riet- en biezenoevers hebben vaak een rijke vogelstand en zijn ook van belang voor diverse groepen van insecten. Verschillende vogelsoorten en vele insecten zijn specifiek gebonden aan een rietzonevegetatie. Voor deze dieren vormen verhoutte stengels (in de winter) en overjarige planten waardevolle leefgebieden. Verder worden eieren van amfibieën en vissen afgezet op de stengels. Zones met riet en biezen kunnen verder van essentieel belang zijn als verplaatsingsmogelijkheid voor planten en dieren in bijvoorbeeld plassen en kleine rivieren. De betekenis als groeiplaats voor planten en als leefgebied en verplaatsingsmogelijkheid voor dieren neemt bij breedten vanaf 2 meter sterk toe.

Het alleen maar toepassen van rietoevers kan echter op den duur leiden tot een beperkte ecologische meerwaarde ten opzichte van andere begroeide oevers.

Toepassing van rijshout (betuining) biedt voor diverse dieren een verblijfs- en voedselplaats. Het gebruik van levend hout, zoals wilg en zwarte els, als oeerverdediging creëert leefgebieden en verplaatsingsmogelijkheden voor dieren. Vanwege de schaduwwerking kan het echter de ontwikkelingsmogelijkheden van een oeervervegetatie met rietzoneplanten, grassen en kruiden beperken. De locaties waar de voornoemde soorten van nature voorkomen (-kwamen), zoals voor riet in een kleiige bodem langs rivieren, bieden voor natuurontwikkeling de meeste mogelijkheden.

Uitvoering

In principe zijn er voor het uitvoeren van riet en mattenbies drie methoden beschikbaar namelijk door middel van het aanvoeren van kluiten, wortelspecie of het stekken van planten. Riet en biezen kunnen zich overigens ook spontaan vestigen. Aanplanten is een optie maar wordt afgeraden aangezien er voor kieming langere tijd droogvalling nodig is.

Aanplant van elzen en wilgen dient in z'n algemeenheid zeer zorgvuldig te worden uitgevoerd. Hierbij dient vooral rekening te worden gehouden met plantplaats in relatie tot de (fluctuerende) waterstand. Eventueel kan een tijdelijke oeverbescherming worden aangebracht om de planten aan te laten slaan.

Beheer en onderhoud

Regelmatig onderhoud is nodig om het verlanden van riet- en biesvegetaties te voorkomen en om een stevige vegetatie te behouden. Hierbij kan worden gedacht aan het eenmaal per 2-3 jaar maaien van de vegetatie waarbij jaarlijks de helft van het vegetatieoppervlak wordt gemaaid. Door niet alles in één keer te maaien, maar afwisselend, blijft schuilgelegenheid voor dieren behouden. In verband met de fauna verdient het de voorkeur om het maaien over meerdere dagen te spreiden en in de periode december tot maart, voor het broedseizoen. De riet-, en biezenplanten moeten zo laag mogelijk boven de grond, maar wel boven de maximaal te verwachten waterspiegel worden gemaaid. Als de stengels beneden de waterspiegel worden afgemaaid, lopen de stoppels vol water en verrotten de planten, omdat de luchttoevoer naar de wortels wordt afgesneden. Indien een riet/biezen vegetatie langs een oever gewenst is, dan geen begrazing tot aan de waterlijn. Zwarte els en wilg kunnen, afhankelijk van de functie, om de paar jaar worden afgezet. Dit is echter niet noodzakelijk. Het gemaaide en afgezette materiaal kan voor diverse doeleinden worden gebruikt. Om uitschurende kolken bij elzen en wilgen te voorkomen moet er voor worden gezorgd dat de begroeiing een ononderbroken lijn vormt op plaatsen die bij hoge waterstanden worden aangevallen. Hierom moeten bomen ook omgeven zijn met struiken, welke tevens bescherming bieden tegen ijsschade.

Conclusies voor gebruik in oevers

Zeer geschikt materiaal; de aanleg en de ontwikkeling tot een rietoever vormen nog wel eens een probleem. Het aanbrengen van een tijdelijke oeverbescherming is dan mogelijk. Niet geschikt in zoute systemen en bij grote langdurige waterpeilvariaties. Levende materialen bieden zeer goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Geen.

Literatuur

- > CUR, Natuurvriendelijke oevers; aanpak en toepassingen, CUR-publicatie 200, Gouda 1999.
- > CUR, Natuurvriendelijke oevers; belasting en sterkte, CUR-publicatie 201, Gouda 1999.
- > DWW Wijzer, nummer 83, De beschermende werking van riet en mattenbies, uitgave 1998.
- > Kwaadsteniet, P.I.M. de, Natuurlijke oevers in beweging. Handleiding voor inrichting en beheer van riet- en andere natuurlijke oevers. Stichting LONL, Utrecht, 1990.
- > Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Landinrichtingsdienst, mededelingen 179. Hoofdrapport van de werkgroep beekbegeleidende beplantingen, Utrecht, 1989.
- > Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. W. Schippers. Toepassing van riet langs waterlopen. Landinrichtingsdienst; Infoblad no: 29, Utrecht, 1991.
- > Rijkswaterstaat RIZA. Biezen, 1990.

4.3 NAALDHOUT

Definitie

Hout is het harde, door de bast bedekte gedeelte van de stam en wortels van bomen en heesters. Voor toepassingen in de waterbouw wordt de stam in de vorm van gezaagd hout en rondhout gebruikt.

Nadere informatie

Van belang zijn de soorten Europees lariks, grenen, vuren en douglas. Deze worden gewonnen in Midden- en Noord-Europa. Afhankelijk van de constructie wordt naaldhout verduurzaamd met zouten (onder vacuüm en druk).

Toepassingsgebied

Naaldhout vindt toepassing in de vorm van palen, beschoeiingsschotten, damwanden en gordingen.

Constructieve aspecten

Voor het hout dat wordt toegepast in het gebied rond de scheiding water-lucht is onderhevig aan aantasting.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: 460-590 kg/m³ (bij vochtgehalte 12%).
- > Sterkteklasse volgens NEN 5498: Europees vuren en grenen kwaliteitsklasse C K17 met karakteristieke buigsterkte 17 N/mm² en elasticiteitsmodulus 10.000 N/mm²; voor sterkteklassen overige houtsoorten zie ontw. NEN-EN 1912.
- > Duurzaamheidsklasse: Europees vuren: IV, Europees grenen, douglas, lariks: III/IV.

Milieu-aspecten

Hout is een van de weinige vernieuwbare grondstoffen; het gebruik leidt dus niet tot uitputting mits de bron, het bos, op een duurzame wijze wordt beheerd.

Duurzaam beheerd betekent onder andere dat het hout op een verantwoorde wijze wordt geoogst, het geoogste volume niet meer is dan er bijgroeit en er wordt gezorgd, dat het bos zich kan herstellen. Hout en

houtproducten afkomstig uit duurzaam beheerde bossen zijn reeds op de markt gebracht en te herkennen aan een certificaat of keurmerk (zoals het Keurhout-keurmerk en/of FSC-keurmerk).

Verduurzaamd hout is onder vacuüm en druk geïmpregneerd met een oplossing van metaalzouten. Relevante stoffen, in verband met uitloging, zijn vooral chroom, koper en arseen. Hergebruik zou kunnen worden gestimuleerd door het opzetten van een retoursysteem (initiatief impregneerbedrijven) waarbij het geïmpregneerde hout wordt teruggenomen door de impregneerbedrijven en na behandeling opnieuw op de markt wordt gebracht. Indien er geen sprake is van hergebruik moet het behandelde hout onder gecontroleerde omstandigheden worden verbrand. Bij voorkeur zal verbranding plaatsvinden in situaties waar nuttig gebruik van de vrijkomende warmte kan worden verkregen.

Om uitloging te voorkomen wordt tijdens de productie het verduurzaamde hout onderworpen aan het zogenoemde fixatieproces. Hierbij worden, onder invloed van een hoge temperatuur, de zouten gebonden aan de celwand in het hout. Al het verduurzaamde hout moet bij aflevering voldoen aan de strenge uitloogeisen van de overheid. Hiervoor zijn testmethoden ontwikkeld. Verduurzaamd hout met KOMO-certificaat voldoet aan de genoemde eisen.

De eisen die worden gesteld aan het verduurzamen zijn opgenomen in de normbladen (zie "Bepalingen").

Verduurzaamd hout met KOMO-certificaat voldoet aan de relevante normen. Binnen het KOMO-certificaat wordt een aantal toepassingsklassen onderscheiden. De voorgeschreven klasse is te herkennen aan de kleur van het merkplaatje op het hout.

Ecologische aspecten

Over het algemeen biedt een harde grondkerende oeverconstructie, zoals een palenrij of houten damwand, zeer weinig vestigingsmogelijkheden voor flora en fauna. Een palenrij of een houten damwand geeft een abrupte overgang van land naar water en vormt voor de meeste dieren een onneembare barrière. Een fauna-uitstapplaats of een geleidelijke overgang tussen water en land biedt hier mogelijkheden. Een geleidelijke overgang tussen water en land wordt gerealiseerd met behulp van een talud.

De houten beschermingsconstructie tegen afkalving bevindt zich geheel of grotendeels onder water, zodat het naaldhout meestal niet hoeft te worden verduurzaamd. De CUR-publicatie 194 "Vernieuwbare materialen in en rondom oevers" geeft een groot aantal voorbeelden van dergelijke constructies.

Uitvoering

Bij het inheien van de palen of damwanden in de grond dient er op gelet te worden dat ze goed aansluiten, zodat er geen naden ontstaan. Ook moet voorkomen worden, dat de damwandkop splijt (gebruik van een opzetstuk) of dat de damwand schuin de grond in geheid wordt.

Beheer en onderhoud

De oeverconstructies zijn zodanig ontworpen, dat het hout deels onder water zit en deels boven de waterlijn. Het hout onder de waterlijn, ook het niet-verduurzaamde naaldhout, wordt niet aangetast. Het hout boven de waterlijn is verduurzaamd naaldhout uit duurzaamheidsklasse I of II of hardhout (zogenaamde composiet constructie). Wat betreft houtaantasting is de constructie onderhoudsvrij. Wel dient de constructie regelmatig te worden geïnspecteerd op mechanische beschadiging. Eventuele beschadigde palen of planken moeten worden vervangen.

In zout of brak water past men ook onder de waterlijn verduurzaamd naaldhout toe of (loof)houtsoorten die resistent zijn tegen marine boorders.

Conclusies voor gebruik in oevers

Naaldhout is een goed bruikbare vernieuwbare bouwstof. In zout en brak water kan onverduurzaamd naaldhout worden aangetast door paalworm. Het materiaal zelf biedt goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling, mits men de juiste constructietypen toepast (zie CUR-publicatie 194). Verduurzaamd hout wordt alleen toegepast daar waar het echt nodig is (boven de waterlijn). Nieuwe verduurzamingstechnieken zijn in ontwikkeling.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

KOMO-certificaat Houtverduurzaming onder vacuüm en druk. BRL 0601.

KOMO-certificaat Houten heipalen. BRL 2302.

KOMO-certificaat Rondhoutpalen. BRL 2904.

KOMO-certificaat Gezaagd Europees naaldhout voor waterbouwkundige toepassingen. BRL 2905.

NEN 2913 Houtverduurzaming onder vacuüm en druk met creosootolie.

NEN 2930 Houtverduurzaming – Vacuüm-en-drukmethode – Behandeling met middelen anders dan creosootolie.

NEN 5466; 1998 Kwaliteitseisen voor Hout (KVH 2000). Houtsoorten Europees vuren en grenen.

NEN 5468 Kwaliteitseisen voor hout (KVH 1980) Houtsoort Europees douglas.

NEN 5492 Kwaliteitseisen voor hout (KVH 1980) Rondhoutpalen.

NEN 5492 Rondhoutpalen.

NEN 5491 Houten heipalen.

NEN 5498 Gezaagd hout. Sterkteklassen, classificatiemethode en bepalingmethode (1997).

NEN 6760 TGB 1990 Houtconstructies. Basiseisen. Eisen en bepalingmethoden (1997).

NEN-EN 335-1 Hout en houtproducten – Definitie van risicoklassen voor biologische aantasting – Deel 1: Algemeen.

NEN-EN 335-2 Hout en houtproducten – Definitie van risicoklassen voor biologische aantasting – Deel 2: Massief hout.

NEN-EN 350-2 Duurzaamheid van hout en op hout gebaseerde producten. Natuurlijke duurzaamheid van massief hout. Deel 2: Richtinglijn voor de natuurlijke duurzaamheid en behandelbaarheid van geselecteerde voor Europa belangrijke houtsoorten.

NEN-EN 351-1 Hout en houtproducten – Met verduurzamingsmiddelen behandeld massief hout – Deel 1: Classificatie van de indringing en de retentie van verduurzamingsmiddelen.

NEN-EN 460 Hout en houtproducten – Natuurlijke duurzaamheid van hout – Deel 3: Leidraad voor de eisen aan de duurzaamheid van hout overeenkomstig de risicoklassen.

Ontw. NEN-EN 1912 Hout voor constructieve toepassingen. Sterkteklassen. Toewijzing van visuele sorteringsklassen en houtsoorten.

Ontw. NEN 5461 Kwaliteitseisen voor Hout (KVH 1995). Gezaagd hout en paalhout. Algemeen gedeelte (1997).

Ontw. NEN 5472 Kwaliteitseisen voor hout (KVH 1980) Houtsoort Europees lariks.

Ontw. NPR 5493 Kwaliteitseisen hout voor toepassing in waterbouwkundige werken.

Literatuur

- > Buiten, H., Zakboekje Hout. Stichting Centrum Hout. Almere 1992.
- > Connell, M., C. Atkin, P. Warburton. Het gebruik van met CCA-behandeld hout in een waterig milieu, 1990.
- > CUR, Vernieuwbare materialen in en rondom oevers. CUR-publicatie 194, Gouda 1999.
- > DWW Wijzer 65, Hout in de waterbouw, uitgave 1994.
- > Kluwer BedrijfsInformatie Deventer, Houtdocumentatie.
- > Kluwer BedrijfsInformatie Deventer, Houtvadecum, S.I. Wiselius, 1994, Deventer/Centrum Hout Almere.
- > Kluwer BedrijfsInformatie Deventer, Technische Houtdocumentatie.
- > Rijkswaterstaat RIZA. Onderzoek naar uitloging in oppervlaktewater van PAK en koper, Chroom, arseen uit geïmpregneerd hout.
- > Rijkswaterstaat RIZA. Milieubeoordeling oeverbeschoeiingsmaterialen, 1997.
- > TNO-Bouw. Inventarisatie en evaluatie van onderzoek naar het uitloggen van PAK uit gecreosoteerd hout, 1991.

4.4 LOOFHOUT

Definitie

Hout is het harde, door de bast bedekte gedeelte van de stam en wortels van bomen en heesters. Voor toepassingen in de waterbouw wordt de stam in de vorm van gezaagd hout, rondhout en behakt hout (basralocus) gebruikt.

Nadere informatie

Het in Nederland toegepaste loofhout komt veelal uit tropisch West-Afrika, Zuid-Amerika en Maleisië. Deze loofhoutsoorten behoeven niet te worden verduurzaamd in de waterbouw. Veel toegepaste houtsoorten zijn azobé, bangkirai, angelim vermelho, basralocus, bilinga. Het gebruik van niet-tropisch loofhout is in opkomst. Het betreft onder andere robinia (pseudo-acacia), Europees eiken en tamme kastanje. De belangrijkste kenmerken die bepaalde loofhoutsoorten zo geschikt maken voor de waterbouw zijn:

- > grote natuurlijke duurzaamheid; bestandheid tegen schimmels waardoor verduurzaming overbodig is;
- > grote sterkte, met name buigsterkte en elasticiteitsmodulus en verder de hoge slijtvastheid;
- > beschikbaar in grotere kopmaten dan bijvoorbeeld naaldhout.

Toepassingsgebied

In de oeverbescherming wordt loofhout voornamelijk gebruikt voor damwandconstructies, beschoeiingsschotten en palen.

Constructieve aspecten

Voor het hout dat wordt toegepast in het gebied rond de scheiding water-lucht is onderhevig aan aantasting. Loofhoutsoorten met een grote natuurlijke duurzaamheid zijn bestand tegen aantasting.

Materiaalkundige aspecten

- > Volumieke massa: azobé 940-1110 kg/m³ (bij 12% vochtgehalte).
- > Afmetingen: handelsmaten, damplank standaard tot 6 m, max. 10 cm dikte, schotten 10-20 mm.
- > Sterkteklasse azobé volgens NEN 5498: K70 met karakteristieke buigsterkte 70 N/mm² en elasticiteitsmodulus 20.000 N/mm², voor sterkteklassen andere houtsoorten: zie ontw. NEN 1912.
- > Duurzaamheidsklasse
angelim vermelho: I
azobé: I/II
bangkirai: I/II
basralocus: I/II
bilinga: I
Europees eiken: II
kastanje: II
robinia: I/II

De kwaliteitseisen staan in een aantal normbladen, zie "Bepalingen".

Milieu-aspecten

Hout is, mits op een verantwoorde wijze geproduceerd, een onuitputtelijke grondstof. Belangrijk instrument voor het op verantwoorde wijze produceren van hout is duurzaam bosbeheer. In duurzaam beheerd bos zijn ecologische, sociale en economische waarden met elkaar in evenwicht gebracht, zodat het bos als hulpbron voor toekomstige generaties behouden blijft. Verantwoord geproduceerd hout (en houtproducten daaruit) is in steeds grotere hoeveelheden verkrijgbaar en te herkennen aan een certificaat en/of keurmerk (zoals het Keurhout-keurmerk en/of FSC-keurmerk).

Ecologische aspecten

Over het algemeen biedt een harde grondkerende oeverconstructie, zoals een palenrij of houten damwand, zeer weinig vestigingsmogelijkheden voor flora en fauna. Een palenrij of een houten damwand geeft een abrupte overgang van land naar water en vormt voor de meeste dieren een onneembare barrière. Een fauna-uitstapplaats of een geleidelijke overgang tussen water en land biedt hier mogelijkheden. Een geleidelijke overgang tussen land en water wordt gerealiseerd met behulp van een talud. De houten beschermingsconstructie tegen afkalving bevindt zich geheel of grotendeels onder water, zodat daar onverduurzaamd naaldhout kan worden gebruikt. Boven de waterlijn gebruikt men loofhout uit duurzaamheidsklasse I of II hetzij verduurzaamd naaldhout. De CUR-publicatie 194 "Vernieuwbare materialen in en rondom oevers" geeft een groot aantal voorbeelden van dergelijke constructies.

Uitvoering

Bij het inheien van de palen of planken in de grond dient er op gelet te worden, dat ze goed aansluiten, zodat er geen naden ontstaan. Ook moet voorkomen worden dat de damwandkop splijt (gebruik van een opzetstuk) of dat de damwand schuin de grond in geheid wordt.

Beheer en onderhoud

De oeverconstructies zijn zodanig ontworpen, dat het hout deels onder water zit en deels boven de waterlijn. Het hout onder de waterlijn wordt niet aangetast. Het hout boven de waterlijn is loofhout uit duurzaamheidsklasse I of II. Wat betreft houtaantasting is de constructie onderhoudsvrij. Wel dient de constructie regel-

matig te worden geïnspecteerd op mechanische beschadiging. Eventuele beschadigde palen of planken moeten worden vervangen.

In zout of brak water past men ook onder de waterlijn loofhoutsoorten toe die resistent zijn tegen marine borders.

Opmerkingen

Het overheidsbeleid beoogt het gebruik van verantwoord geproduceerd hout te bevorderen. Dit geldt niet alleen voor tropisch hardhout, maar ook voor alle andere hout dat wordt verhandeld. Dit voornemen is neergelegd in het Convenant Tropisch Hout (CTH) dat is ondertekend door overheid, bedrijfsleven (houthandel) en vakbonden. Het CTH is een vervolg op het Regeringsstandpunt Tropisch Regenwoud (RTR) en moet uitvoering geven aan het RTR-beleidsuitgangspunt ten aanzien van commerciële kap. In het kader hiervan zijn "minimumeisen" voor duurzaam bosbeheer tot stand gekomen, wordt er met producentenlanden samengewerkt op het gebied van duurzaam bosbeheer en certificering en is Stichting Keurhout opgericht. Zij toetst de certificaten van duurzaam bosbeheer die worden aangeboden op de Nederlandse markt op inhoud en betrouwbaarheid en voorziet het daarna van een keurmerk.

Verder wordt ernaar gestreefd om in het jaar 2000 alleen hout te gebruiken en te verhandelen dat op verantwoorde wijze is geproduceerd, dus afkomstig is uit duurzaam beheerde bossen.

Wil een beheerder aansluiten bij het overheidsbeleid inzake het bij voorkeur gebruiken van verantwoord geproduceerd hout, dan gelden de volgende aanbevelingen:

- > gebruik bij voorkeur duurzaam geproduceerd hout;
- > stem de houtsoortkeuze en de duurzaamheid van het hout af op de aard en de detaillering van de constructie.

Conclusies voor gebruik in oevers

Loofhout dient zoveel mogelijk met een keurmerk te worden toegepast vanwege de milieu-effecten die de winning van deze vernieuwbare bouwstof met zich meebrengt. Dit geldt voor tropisch en niet-tropisch loofhout. De beschikbaarheid kan (nu nog) een probleem vormen. Loofhout is een goed bruikbare grondstof. Het materiaal biedt goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling mits men de juiste constructietypen toepast (zie CUR-publicatie 194).

Bepalingen

Standaard Bepalingen RAW 1995.

NEN 5476 Kwaliteitseisen voor Hout (KVH 1980) Houtsoort Europees eiken. ongekant recht.

NEN 5477 Kwaliteitseisen voor Hout (KVH 1980) Houtsoort Europees eiken. gekantrecht.

NEN 5480 Kwaliteitseisen voor Hout (KVH 1980) Houtsoort azobé.

NEN 5482 Kwaliteitseisen voor Hout (KVH 1980) Houtsoort iroko.

NEN 5498 Gezaagd hout. Sterkteklassen, classificatiemethode en bepalingsmethode (1997).

NEN 6760 TGB 1990 Houtconstructies. Basiseisen. Eisen en bepalingsmethoden (1997).

NEN-EN 350-2 Duurzaamheid van hout en op hout gebaseerde producten. Natuurlijke duurzaamheid van massief hout. Deel 2: Richtinglijn voor de natuurlijke duurzaamheid en behandelbaarheid van geselecteerde voor Europa belangrijke houtsoorten.

Ontw. NEN-EN 1912 Hout voor constructieve toepassingen. Sterkteklassen. Toewijzing van visuele sorteringsklassen en houtsoorten.

Ontw. NEN 5461 Kwaliteitseisen voor Hout (KVH 1995). Gezaagd hout en paalhout. Algemeen gedeelte (1997).

Ontw. NPR 5493 Kwaliteitseisen hout voor toepassing in waterbouwkundige werken.

Literatuur

- > Buiten, H., Zakboekje Hout. Stichting Centrum Hout. Almere 1992.
- > CUR, Vernieuwbare materialen in en rondom oevers. CUR-publicatie 194, Gouda 1999.
- > DWW Wijzer 65, Hout in de waterbouw, uitgave 1994.
- > Kluwer BedrijfsInformatie Deventer, Houtdocumentatie.
- > Kluwer BedrijfsInformatie, Houtvademecum, S.I. Wiselius, 1994, Deventer/Centrum Hout Almere.
- > Kluwer BedrijfsInformatie Deventer, Technische Houtdocumentatie.
- > Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Tropisch hout, enige keus?, Delft, 1992.
- > Rijkswaterstaat RIZA. Milieubeoordeling oeverbeschoeiingsmaterialen, 1997.

4.5 BIOLOGISCH AFBREEKBARE GEOTEXTIELEN

Definitie

Geotextielen van verschillende natuurlijke vezels, die na verloop van tijd door compostering verteren.

De materialen bestaan uit vlas, riet, stro, miscanthus, kokos, jute en sisal.

Een rietmat bestaat uit één of meer lagen riet aan elkaar gestikt met kunststofgaren.

Een miscanthusmat bestaat één laag miscanthus aan elkaar verbonden met garen of ijzerdraad.

Een kokosmat is een mat gemaakt van de vezels van de bast van kokosnoten.

Een kokosrol is een rol met een kern van bijvoorbeeld vlasscheven, houtspaanders of een nader materiaal, de tweede laag bestaat uit kokosvezels waarom heen een net van kokos.

Een jutemat is een open netachtige mat van grof, zwaar jutegaren.

Een sisalmat is een mat gemaakt van de bladvezels van verschillende agavesoorten.

Nadere informatie

Meestal zijn de geotextielen gemaakt van restproducten van andere natuurlijke producten, zoals stro dat overblijft bij de graanproductie en de vezels van de bast van kokosnoot. Kokos is afkomstig uit Sri Lanka, India, Indonesië en Thailand. De vezels van vlas en miscanthus worden speciaal gekweekt in Nederland en België. Cellulose komt voor in alle hogere plantensoorten. Riet is afkomstig van commercieel beheerde terreinen of natuurterreinen. Ook wordt er riet geïmporteerd uit het buitenland.

Miscanthus (olifantsgras) is een drie tot vier meter hoge grassoort en wordt onder meer in Nederland verbouwd.

Jute is een vezelstof, afkomstig van de bastvezel van een hennepachtige soort. Het is afkomstig uit India en Bangladesh.

Sisal is een vezel die wordt gewonnen uit het blad van een lelieachtige sierplant. Het wordt vooral geproduceerd in Brazilië, Kenia en Tanzania.

Toepassingsgebied

Biologisch afbreekbare geotextielen kunnen worden toegepast in lichte constructies met een gering veiligheidsrisico. Ze vervullen een (tijdelijke) functie die later komt te vervallen of wordt overgenomen door de vegetatie. Biologisch afbreekbare geotextielen kunnen de functie van filter, wapening, erosiebescherming, drainage en scheiding vervullen.

Riet- en miscanthusmatten kunnen worden bevestigd op een geotextiel ten behoeve van verstijving (zinkstukken) en bescherming tegen beschadiging bij bestorting. Ook als geomembraan, als tijdelijke vastlegging van de grondslag of als schermen tegen verstuiving kan riet of miscanthus worden toegepast. Kokosmatten kunnen worden gebruikt als geotextiel in combinatie met andere materialen en als begroeide, erosiebestendige deklaag. De kokosmat wordt als oeverbescherming gebruikt in vijvers, kleine en grote watergangen, maar is niet geschikt voor zwaar aangevallen oevers.

Kokosrollen worden gebruikt als oeververdediging.

Kokosrollen en matten kunnen in combinatie met voorgekweekte oeverplanten of graszaad worden toegepast.

Een jutemat wordt toegepast als tijdelijke filterlaag in oeververdedigingsconstructies, bijvoorbeeld in combinatie met het eveneens afbreekbare zandcementsteen. Verder kan het als tijdelijke erosiebestendige toplaag worden toegepast.

Constructieve aspecten

Alle matten vergaan binnen enkele jaren en dienen derhalve als tijdelijke constructie. Dit betekent dat hun functie nadien óf overbodig is, zoals een mat die dient ter bescherming van een geotextiel bij het storten van breuksteen, óf overgenomen is door een ander materiaal, zoals vegetatie.

Zowel een jutemat als een kokosmat past zich goed aan onregelmatigheden van de ondergrond aan. Indien er kans is op verschuiving is jute niet geschikt. Jute is meer geschikt voor droge toepassingen.

Materiaalkundige aspecten

materiaal	soortelijke massa (g/cm ³)	treksterkte (GPa)	vochtopname na droging (%)	levensduur (jaar)
vlas	1,54	0,8–1,0	12	0,5–1,5
riet				0,5–1,5
stro				0,5–1
miscantus	0,30	0,18		>3
kokos	1,15–1,33	0,13–0,18		>2,5
jute	1,46	0,22–0,53	13	0,75–2
sisal	1,20–1,45	0,08–0,84		0,75–2

Duurzaamheid van een natuurlijke vezel is beperkt en afhankelijk van lokale omstandigheden. Zie hierna-volgende tabel.

	materiaal	rollengte (m)	rolbreedte (m)	levensduur maanden	gewicht (g/m ²)
	vlas	20-40	2	6-18	400-1400
	riet	5-10	2	6-18	1500-2000
	stro	25-60	1,2-2,4	6-12	800-1000
	miscantus	5-10	2,5	24-60	2000-2400
	kokos	25-50	1-5	18-60	200-1400
	jute	7-300	1-2,4	9-24	390-1000
	sisal	60-120	4	9-24	400-800

Milieu-aspecten

Biologisch afbreekbare geotextielen zijn vernieuwbare materialen en het gebruik leidt dus niet tot uitputting. Negatieve milieu-effecten van winning en productie zijn gering. Afhankelijk van tijdstip en oogstmethode kan verstoring optreden van aanwezige fauna. Bij gebruik van bestrijdingsmiddelen kunnen materialen verontreinigd zijn.

Een eventueel rondom de vezels aangebracht gaas van kunststof kan echter uiteenvallen en zodoende in het milieu terecht komen. Natuurlijke garens verdienen om deze reden de voorkeur.

Ecologische aspecten

Alle genoemde biologisch afbreekbare geotextielen zijn goed doorgroeibaar. De doorgroeibaarheid van de oeverbescherming hangt verder nog af van de aanlegdiepte en de mate van bedekking door breuksteen of andere materialen. Doorgroeid biedt de vegetatie een leefgebied voor o.a. micro- en macrofauna, insecten en vogels.

Uitvoering

De matten worden vastgelegd met houten piketten of onbehandeld stalen pennen die U-vormig zijn. Deze pennen hebben een afmeting van 2 x 8 x 30 cm met een gegolfd gedeelte van 8 cm. Deze pennen roesten na circa tien jaar weg.

Daarnaast moet bij de aanleg van een natuurlijke vezelmat aandacht worden besteed aan:

- > vastleggen met (afbreekbare) draadklemmen;
- > evenwijdig aan de stromingsrichting van het water leggen;
- > mat moet contact houden met ondergrond;
- > met vochtig weer oppassen bij installatie in verband met krimpverschijnselen;
- > boven- en onderkant van de mat moet worden ingegraven, met uitzondering van kokosmatten;

- > matten met overlap leggen, kokosmatten strak tegen elkaar leggen;
- > de wijze waarop toekomstige beplanting wordt aangebracht.

Beheer en onderhoud

Het onderhoud is gering. Een goede plantontwikkeling wordt bevorderd door het maaischema te baseren op de gewenste ontwikkeling. Gedurende het maaien moet er op gelet worden dat de maaimachine niet in de matten komt. De kans hierop kan verkleint worden door de maaiploeg goed te instrueren. Reparaties zijn eenvoudig uit te voeren door losse planten aan te brengen in de matten. Zie ook paragraaf 4.1, Gras- en kruidenmengsel en 4.2 Levend riet en biezen.

Conclusies voor gebruik in oevers

Biologisch afbreekbare geotextielen kunnen worden toegepast in constructies waar ze een tijdelijke functie vervullen of waar de functie na verloop van tijd door de vegetatie wordt overgenomen. Daarnaast hebben deze geotextielen gunstige milieu-aspecten en bieden ze goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Vooral op plaatsen waar een snel groen herstel gewenst is zijn deze matten goed bruikbaar.

Bepalingen

Standaard RAW bepalingen 2000.

Literatuur

- > CUR, Biologisch afbreekbare geotextielen, CUR, NGO CUR-publicatie 187, Gouda, 1996.
- > CUR, Vernieuwbare materialen in en rondom oevers. CUR-publicatie 194, Gouda 1999.
- > DWW Wijzer 82, Biologisch afbreekbare geotextielen, uitgave 1998.

4.6 ZAND

Definitie

Natuurlijk zand is een los afzettingsgesteente bestaande uit minerale deeltjes met een korrelgrootte die hoofdzakelijk ligt tussen 63 µm en 2 mm en waarvan samenstelling en aard sterk kunnen variëren.

Nadere informatie

Zand kan worden onderverdeeld in beton- en metselzand, drainagezand, kalkzandsteenzand, glaszand, asfaltzand en ophoogzand. In de waterbouw wordt voornamelijk asfalt- en ophoogzand toegepast. Zandwinning vindt voornamelijk plaats in diepe zandputten in zee, meren of uiterwaarden.

Toepassingsgebied

Zand wordt bij oeverbeschermingen toegepast:

- > in granulaire filters;
- > als funderingslaag;
- > als suppletiemateriaal.

Daarnaast wordt zand in vele samengestelde materialen gebruikt.

Constructieve aspecten

Drainage eigenschappen spelen een belangrijke rol. Deze hangen samen met de korrelverdeling van het toegepaste zand. *Zand is gevoelig voor wegspoelen en kan in het algemeen niet onverdedigd worden toegepast, tenzij het om een suppletie gaat.* Begroeiing vermindert de erosiegevoeligheid van een zandoever.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: maximum proctordichtheid doorgaans 1.600–1.800 kg/m³.
- > Elasticiteit: beddingsconstante verdicht zand $E = 100\text{--}300 \text{ N/mm}^2$.
- > Interne wrijvingshoek: $\phi = 30\text{--}35^\circ$.
- > Waterdoorlatendheid: $10^{-6}\text{--}10^{-2} \text{ m/s}$.
- > Duurzaamheid: zand is een geologisch materiaal dat nagenoeg niet aan slijtage onderhevig is.

Milieu-aspecten

Bij grootschalige zandwinning op het land ontstaan diepe plassen. Herinrichting van deze plassen is veelal gewenst om negatieve effecten op natuur en landschap te voorkomen, dan wel nieuwe waarden tot ontwikkeling te brengen. Diepe zandwinning in oppervlaktewateren kan leiden tot kwalitatief slechte en biologisch arme wateren.

Vanuit milieuhygiënisch oogpunt bestaat tegen zand als materiaal in het algemeen geen verdenkingen.

Afhankelijk van herkomst kunnen echter zout en diverse verontreinigingen worden aangetroffen.

Zand dat in zee is gewonnen bevat hoge zoutconcentraties. De geringe binding van zout aan het materiaal resulteert in een snelle uitloging. Voor de toepassing van zeezand zijn normen aan het maximum toelaatbare chloridegehalte gesteld.

Zand dat in oppervlaktewater is gewonnen kan verontreinigd zijn met diverse zware metalen (waaronder Cd, Hg en Pb), zout, PAK's, olie en PCB's. Dit is vooral mogelijk bij zand dat afkomstig is uit de bovenste laag van een sedimentatiegebied. Door verdunning blijven de zoutconcentraties in het oppervlaktewater echter veelal laag.

Zand dat op droge locaties is gewonnen kan verontreinigd zijn met afzettingen van diverse zware metalen, PAK's, olie en diverse soorten organische oplosmiddelen.

Zand komt alleen in aanmerking voor oeverbescherming als het voldoet aan de S-waarde volgens de Leidraad Bodembescherming. Zand kan van nature hoge (S-waarde overschrijdende) concentraties arseen bevatten.

Zand is als bouwstof opgenomen in het Bouwstoffenbesluit (zie paragraaf 3.5).

Zand, toegepast als suppletie, geeft een vloeiend oeverbeeld, waarbij het materiaal afhankelijk van de begroeiing in meer of mindere mate zichtbaar blijft.

Ecologische aspecten

Op (onbeschermd) zand is een gevarieerde vegetatie mogelijk. Waterbeweging kan de vegetatieontwikkeling echter vertragen c.q. voorkomen. Afhankelijk van het gebruikte beschermingsmateriaal (bijvoorbeeld geotextiel, breuksteen) kunnen de vegetatiemogelijkheden bij een beschermde toepassing beperkter zijn.

Onbegroeid is het vooral geschikt als leefgebied voor enkele soorten macrofauna en vogels, terwijl het begroeid voor tal van diersoorten geschikt kan zijn. Kale zandoevers zijn dynamisch en komen weinig voor; begroeide zandoevers komen veelvuldig voor. Een verdedigde zanddam is bijvoorbeeld een prima broedgebied voor vogels. Zoete ecosystemen zijn zeer gevoelig voor hoge zoutgehalten.

Uitvoering

Onder water wordt een dam aangelegd. Hierbij wordt het zand tot de oever opgespoten. De taludhellingen worden bepaald door de korreldiameter. Een grovere korrel geeft een steiler talud. Daarnaast is onder water het specifieke zandtransport en boven water het specifieke mengseldebiet sterk van invloed. Het mengseldebiet is de mix van water en zand die uit de spuitmond komt. Een groter zandtransport leidt tot een flauwere helling, evenals een groter mengseldebiet. Naast deze elementen is ook de uitvoeringsmethode van invloed op de taludhellingen die ontstaan bij het opspuiten van een dam. Zo levert spuiten boven water andere hellingen op dan spuiten onder water. Ook is natuurlijk mogelijk een dam te construeren door middel van het storten van zand. Taludhellingen die dan ontstaan wijken ook weer af van de gespoten hellingen.

Globale bandbreedtes van praktijkwaarden voor taluds bij spuiten boven water bij korreldiameters (D_{50}) tussen 150 mm en 250 mm van bovenwatertaluds zijn 1:20 tot 1:100 en voor onderwatertaluds 1:10 tot 1:30. Bij grovere korrels van bijvoorbeeld $D_{50} = 300$ mm kunnen onder water steilere hellingen tot zelfs 1:4 worden gerealiseerd.

Beheer en onderhoud

Een onbeschermd zandtalud is zelden stabiel. Door stroming en golfaanval zal er terugschrijdende erosie optreden en zal de natuurlijke helling bereikt worden. Om de oeverlijn op de gewenste locatie te houden zal een zandsuppletie noodzakelijk zijn.

Opmerkingen

De overheid stimuleert het gebruik van Noordzeezand als ophoogzand in de kustprovincies en wil het winnen van zand op het land terugdringen.

Conclusies voor gebruik in oevers

Zand is bruikbaar in oevers, waarbij echter opgepast moet worden voor mogelijke verontreinigingen. Winning kan (tijdelijke) negatieve effecten hebben op natuur en landschap. Het materiaal biedt zeer goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Het spoelt gemakkelijk weg.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

Literatuur

- > Adriaanse. L.A., Effecten van toegepaste oeverbeschermingsmaterialen op vegetatie en vogels. OTAR nr. 3, 1989.
- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > CUR, Kunstmatig in water opgebouwde zandlichamen. CUR-publicatie 152, Gouda, 1991.
- > CUR, Sand closures. CUR-publicatie 157, Gouda, 1992.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Structuurschema oppervlaktedelfstoffen, 1996.

4.7 KLEI

Definitie

Klei is een grondsoort, die door of in water is afgezet en een groot gehalte aan kleimineralen bezit. Door het samenspel tussen de kleimineralen en water vertoont klei een zekere samenhang.

Nadere informatie

Er bestaan lichte en zware rivier- en zeekleisoorten. Zware klei is ontstaan uit sedimentatie van fijne deeltjes, bij lage stroomsnelheid terwijl lichte klei is ontstaan uit sedimentatie van grover materiaal, bij hogere stroomsnelheden.

Momenteel wordt vrijwel alle klei, selectief, gewonnen uit de uiterwaarden van de Nederlandse rivieren.

Incidenteel wordt ten behoeve van de dijkbouw ook zeeklei gewonnen. Zonodig vindt ontwatering en rijping plaats door natuurlijke droging. Na rijping heeft klei eigenschappen die onomkeerbaar zijn, ook bij toepassing in den natte.

Toepassingsgebied

Klei wordt in de waterbouw voornamelijk toegepast in:

- > kern van een dijklichaam;
- > deklagen van een dijklichaam, zowel onder steenzettingen als op het met gras beklede deel van de constructie.

Klei kan niet onder water worden aangebracht zonder z'n samenhang te verliezen.

Constructieve aspecten

Klei komt door een relatief hoge ondoorlatendheid en weerstand tegen erosie in aanmerking voor genoemde toepassingen. De weerstand tegen erosie moet worden beoordeeld in samenhang met een bekledingslaag.

De laagdikte moet worden afgestemd op de belasting en op de kwaliteit van de klei.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: afhankelijk van vochtgehalte en verdichting.
- > Sterkte statisch: zie Dichtheid.
- > Sterkte dynamisch: zie Dichtheid.
- > Elasticiteit: zie Dichtheid.
- > Doorlatendheid: boven grondwaterstand in de bovenste meter bepaald door structuurvorming.
- > Doorlatendheden vastgesteld in de toplaag van 10^{-8} – 10^{-5} m/s.
- > Duurzaamheid: de weerstand tegen erosie is afhankelijk van het zandgehalte en de consistentiegrenzen.

Milieu-aspecten

Klei is, mits op beperkte schaal gewonnen, als vernieuwbare grondstof te beschouwen. Herinrichting van het winningsgebied is veelal gewenst om negatieve effecten op natuur en landschap te voorkomen, dan wel nieuwe waarden tot ontwikkeling te brengen.

Door de toename van ongezuiverde lozingen zijn er de laatste 50 jaar veel verontreinigingen in het oppervlaktewater en hiermee in recent afgezette klei terecht gekomen.

Voorbeelden van verontreinigende stoffen zijn: zware metalen, waaronder cadmium, kwik en lood, PAK's, olie, PCB's en persistente bestrijdingsmiddelen. De diepere afzettingen zullen in het algemeen gevrijwaard zijn van hoge doses van deze stoffen en toepassing als oeverbeschermingsmateriaal niet belemmeren.

Koper en nikkel kunnen in dermate hoge concentraties voorkomen dat streef- (Cu, Ni) en grenswaarden (Ni) uit de Leidraad bodembescherming en dus ook die uit de Algemene Milieukwaliteit (AMK) uit de Evaluatienota Water worden overschreden. De fixatie van verontreinigende stoffen is minder naarmate het organisch stof- en lutumgehalte lager is.

Klei begroeit goed, waardoor het materiaal in de oever of talud niet (lang) zichtbaar blijft en de planten het beeld gaan bepalen.

Winning waarbij natuurontwikkeling plaatsvindt zoals bij het verdiepen van het zomerbed of het graven van nevengeulen heeft de voorkeur.

Ecologische aspecten

Op klei is een gevarieerde vegetatie mogelijk. In principe kunnen er vele verschillende water- en oeverplanten voorkomen. Afhankelijk van het gebruikte materiaal (bijvoorbeeld blokkenmat of breuksteen) kunnen de mogelijkheden voor de ontwikkeling van een vegetatie bij een beschermde toepassing beperkter zijn.

Onbeschermde kunnen tal van diersoorten er een geschikt leefgebied vinden.

Een hoog chloridegehalte is bezwaarlijk voor zoete ecosystemen. Een hoog Ca-gehalte kan in kalkarme (niet door kwelwater gevoede) ecosystemen problemen opleveren. De voorkeur gaat uit naar gebiedseigen-klei.

Uitvoering

Het belangrijkste aandachtspunt is het verdichten van klei. Voor een harde bekleding dient klei zodanig verdicht te zijn dat ten minste de grote poriën tussen kluiten grond zijn dicht gedrukt. Om planten voldoende gelegenheid te geven wortel te schieten, dient de bovengrond in de te bewortelen zone niet te sterk verdicht te zijn. Ten behoeve van de verwerkbaarheid is het maximum watergehalte aan grenzen gebonden. Deze grens wordt uitgedrukt in de zogenoemde consistentie-index I_c . Voor deklagen moet de $I_c \geq 0,75$. Uit de I_c is het maximale watergehalte te bepalen. Daaruit kan het optimale watergehalte worden bepaald [zie TAW, technisch rapport voor dijken].

Beheer en onderhoud

Klei heeft in principe weinig onderhoud nodig maar kan, bij hoge stroomsnelheden en indien onbeschermde, eroderen. Regelmatige inspectie en eventueel herstel kan grotere schade voorkomen.

Opmerkingen

De beleidslijn "Ruimte voor de rivieren" (vergroten doorstroomprofiel van de grote rivieren) biedt de komende decennia de mogelijkheid om klei in de uiterwaarden te blijven winnen. Daarnaast biedt winning van voorraden uit de binnendijkse gebieden (dit gebeurt reeds in Gelderland) en het gebruik van de uit baggerspecie gerijpte klei mogelijkheden. Hierbij dient wel rekening te worden gehouden met mogelijke verontreinigingen. De rijksoverheid gaat ervan uit dat iedere provincie in de eigen kleibehoeftes voorziet.

Conclusies voor gebruik in oevers

Goed bruikbaar als erosiebestendig bekledingsmateriaal, doch bedacht zijn op verontreinigingen. De erosiegevoeligheid is sterk afhankelijk van kwaliteit klei en bekledingslaag. Klei is beperkt winbaar en winning kan (tijdelijk) negatieve effecten op natuur en landschap veroorzaken.

Bepalingen

Door de Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW) en DWW is een "Leidraad Eisen klei" voor dijken opgesteld. In deze leidraad is per toepassingsgebied een kleikwaliteit voorgeschreven en zijn besteksbepalingen opgenomen.

Literatuur

- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > CROW, publicatie 16. Resten zijn geen afval (meer), bijzondere ophoogmaterialen, Ede 1988.
- > Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Geground ontgronden, 1989.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Tauw Infra Consult B.V. Samenstelling en uitloogbaarheid ballastgrind, 1989.
- > TAW, Technisch rapport voor dijken, Delft, mei 1996.

4.8 ALTERNATIEVE KLEI (GERIJPTE BAGGERSPECIE)

Definitie

Onder alternatieve klei kan alle klei behalve de traditionele klei, zoals bedoeld in paragraaf , worden verstaan.

Nadere informatie

Een belangrijke plaats wordt ingenomen door gerijpte baggerspecie. Gerijpte baggerspecie is specie die ontwaterd en gerijpt is.

In baggerspecie zijn enerzijds de granulaire, de mineralogische en de natuurlijke bestanddelen te onderscheiden en anderzijds de verontreinigende elementen. Het geheel bepaalt de slibkwaliteit. De samenstelling van de specie is sterk afhankelijk van de plaats van herkomst. Om tot een onderscheid te komen is een classificatiesysteem ontwikkeld dat de specie indeelt in 4 categorieën. Klasse 1 specie is niet of in geringe mate verontreinigd terwijl klasse 4 specie (lokaal) zwaar verontreinigd is. Hoewel deze normering inmiddels is verouderd is hij nog van groot belang aangezien bijna alle momenteel beschikbare gegevens nog uitgaan van deze normering. klei, afkomstig uit het Europeoortgebied, is een voorbeeld van klasse 1 specie.

Om baggerspecie geschikt te maken voor gebruik moet de specie sedimenteren, consolideren en vervolgens rijpen .

Allereerst vindt er sedimentatie plaats:

Onder invloed van hun eigen gewicht bezinken de vaste delen in het slib. De zwaarste concentraten en de grootste deeltjes zullen als eerste de bodem bereiken.

Vervolgens vindt er consolidatie plaats:

Consolidatie treedt op door het verschil in waterspanning in het slib. Het tot nul reduceren van de wateroverspanningen leidt tot een compactie van het slib; de laagdikte neemt daarbij af. De mate waarin het consolidatieproces zich voordoet is daarbij vooral afhankelijk van de dikte van de opgebrachte sliblaag en de mate waarin er wateroverspanningen optreden. Bij laagdikten van meer dan 2 à 3 meter bedraagt de consolidatietijd al snel een jaar of zelfs meer (onder meer afhankelijk van de zandigheid).

Tenslotte vindt er rijping plaats:

Zodra het waterniveau onder het specieniveau daalt treedt rijping op. Rijping kan opgedeeld worden in drie deelprocessen namelijk fysische rijping, chemische rijping en biologische rijping. Deze deelprocessen beïnvloeden elkaar onderling.

- > Fysische rijping treedt op door een verdere afname van het watergehalte, inklinking, aëratie en structuurvorming.
- > Bij chemische rijping verandert de chemische samenstelling door oxidatie, afbraak en uitspoeling van stoffen.
- > Biologische rijping treedt op doordat er een toename en verandering van het biologisch leven in het slib optreedt.

Toepassingsgebied

Tot nog toe is op beperkte schaal alternatieve klei toegepast in de waterbouw. Deze kan kwalitatief, uit constructief oogpunt bezien, van gelijk niveau zijn als de traditionele klei en kan dan ook in vergelijkbare gevallen worden toegepast, behalve in een toplaag; koper is in zodanige mate vastgesteld dat enkele jaren geleden is besloten alternatieve klei niet in een toplaag toe te passen (begrazing door schapen). De milieuhygiënische kwaliteit van de baggerspecie is bij toepassing van het materiaal een belangrijke factor.

Constructieve aspecten

Zie paragraaf 4.7. Bij relatief zoute specie is begroeiing beperkt mogelijk.

Materiaalkundige aspecten

Zie paragraaf 4.7.

Milieu-aspecten

De invloed van gerijpte baggerspecie op het milieu is sterk afhankelijk van de klasse waarin het materiaal wordt ingedeeld.

Uit onderzoek blijkt, dat invoering van het Bouwstoffenbesluit een belemmerende werking heeft op de hergebruiksmogelijkheden van gerijpte baggerspecie klasse 3. Verwacht wordt dat de rijping van baggerspecie geen bijdrage kan leveren aan de beleidsdoelstelling die voorschrijft dat 20% van de bouwstoffen uit hergebruikt materiaal moet bestaan. Het zijn met name de uitloognormen voor sulfaat en zouten die hiervoor zorgen.

De samenstelling van de gerijpte baggerspecie is zeer divers. Om inzicht te verkrijgen in de mate waarin gerijpte baggerspecie als bouw materiaal gebruikt mag worden moet het Bouwstoffenbesluit geraadpleegd worden (zie ook paragraaf 3.5). Een snelle begroeiing van gerijpte baggerspecie is goed mogelijk, waardoor het materiaal in de oever of talud niet (lang) zichtbaar blijft en de planten het beeld bepalen.

Ecologische aspecten

Gerijpte baggerspecie biedt onbeschermd goede vestigingsmogelijkheden voor planten. Vanwege de voedselrijkdom zal het veelal een ruigtevegetatie betreffen. Afhankelijk van het gebruikte materiaal (bijvoorbeeld blokkenmat of colloïdaal beton) kunnen de vegetatiemogelijkheden bij een beschermde toepassing beperkter zijn. Onbeschermd kunnen tal van diersoorten er een geschikt leefgebied vinden.

De uitlogende verontreinigingen kunnen een negatief effect hebben op de ontwikkeling van het watersysteem. Hoge Ca-gehalten kunnen een negatief effect hebben op Ca-arme (niet door kwelwater gevoede) ecosystemen. Uitloging van zout kan een negatief effect hebben op zoete watersystemen. Verontreinigde klei kan door uitloging van verontreinigende stoffen bijzonder negatieve effecten hebben op organismen.

Uitvoering

Het belangrijkste aandachtspunt van klei is het verdichten. Voor een harde bekleding dient ook alternatieve klei zodanig verdicht te zijn dat ten minste de grote poriën tussen kluiten grond zijn dicht gedrukt.

Om planten voldoende gelegenheid te geven wortel te schieten, dient de bovengrond in de te bewortelen zone niet te sterk verdicht te zijn. Ten behoeve van de verwerkbaarheid is het maximum watergehalte aan grenzen gebonden.

Beheer en onderhoud

Alternatieve klei heeft weinig onderhoud nodig; bij schade aanvullen.

Conclusies voor gebruik in oevers

Goed bruikbaar als erosiebestendig bekledingsmateriaal. De erosiegevoeligheid is sterk afhankelijk van de kwaliteit klei en bekledingslaag. De samenstelling dient te worden gecontroleerd op samenstelling en uitloging van verontreinigingen. Mits niet te zeer verontreinigd, heeft het materiaal veel mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Literatuur

- > CROW, publicatie 16. Resten zijn geen afval (meer), bijzondere ophoogmaterialen, Ede 1988.
- > CUR, Toepassing van alternatieve materialen in de waterbouw, Literatuurstudie, CUR-rapport 89-1, Gouda, 1989.
- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, J.A. Hernandez. Van bagger- tot bouwstof; (on)mogelijkheden? Een studie naar de hergebruiksmogelijkheden van baggerspecie, Delft, 1991.
- > Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Klei uit baggerspecie:
 1. Inventarisatie oude rijpingskennis, oktober 1995, W-DWW-95-346;
 2. Chemische aspecten bij rijpen en nuttig toepassen van verontreinigde baggerspecie, mei 1996, W-DWW-96-043;
 3. Literatuurstudie klei in wegophogingen, december 1996, W-DWW-96-118;
 4. Marktverkenning gerijpte klei; basis toekomstige marktstrategie, januari 1997, W-DWW-96-123;
 5. Inventarisatie rijpingskennis in het buitenland, april 1997, W-DWW-97-032;
 6. (On)mogelijkheden hergebruik van gerijpte baggerspecie onder het Bouwstoffenbesluit, oktober 1997, W-DWW-97-081.
- > Rijkswaterstaat RIZA, Adviesbureau Interproject. Thermische reiniging van baggerspecie, Den Haag, rapport 522R109, 1991.

4.9 FLUGSAND

Definitie

Loskorrelig materiaal van vulkanische herkomst, bestaande uit poreuze korrels van geringe dichtheid.

Nadere informatie

Het basismateriaal bestaat voornamelijk uit vulkanisch glas. De poriën zijn deels gesloten, voor het grootste gedeelte echter open. De open poriën bevatten capillair gebonden water. De korrels hebben een zeefmaat tot maximaal ongeveer 10 mm.

Het materiaal wordt gevonden op de noordoosthellingen van de bergen ter weerszijden van de Rijn in Duitsland ter hoogte van Koblenz. Echter, de beschikbaarheid van klasse-I materiaal uit Duitsland is verminderd zodat sinds 1996 een Duits-Italiaans mengsel wordt geleverd.

Toepassingsgebied

Toepasbaar als licht ophogingsmateriaal in dijkbouw en als lichte aanvulling achter damwanden. Tot nog toe is Flugsand daarvoor op beperkte schaal toegepast.

Constructieve aspecten

Flugsand ontleent zijn aantrekkelijkheid primair aan het lage volumegewicht en dientengevolge geringe zettingen. Ten opzichte van gewoon ophoogzand zijn de wrijvingseigenschappen gunstig. Met betrekking tot stabiliteit geeft het materiaal dan ook een grotere zekerheid. Ook als aanvulling achter damwanden of keurmuren heeft Flugsand voordelen, gezien de geringere actieve korreldruk. Evenals gewoon zand is Flugsand gevoelig voor wegspoelen en kan in het algemeen niet onverdedigd worden toegepast.

Materiaalkundige aspecten

- > Natuurlijke vochtige dichtheid: de gebruikswaarde van Flugsand met het oog op de lage dichtheid is afhankelijk van de natuurlijke vochtige dichtheid (voorheen wel schijnbaar soortelijk gewicht genoemd). Deze dichtheid heeft betrekking op de korreldichtheid inclusief de invloed van de poriën in de korrels en het van nature capillair gebonden water. Op basis van de natuurlijke vochtige dichtheid wordt Flugsand in 3 kwaliteitsklassen geleverd: Klasse 1: $\leq 1.700 \text{ kg/m}^3$, Klasse 2: $1.700\text{--}1.900 \text{ kg/m}^3$, Klasse 3: $1.900\text{--}2.100 \text{ kg/m}^3$. Over het klasse 1 materiaal is de meeste kennis aanwezig.
- > Natte dichtheid (Klasse 1): ca. 1.250 kg/m^3 .
- > Holle ruimte tussen de korrels (Klasse 1): verdicht in het werk ca. 28–32 %, los gestort in water tot ca. 35%, droog storten tot ca. 40%.
- > Korrelverdeling (Klasse I): fractie $\leq 2 \mu\text{m}$; $\leq 8\%$ (m/m); door zeef NEN 2560 Korrelverdeling (Klasse 1): fractie $\leq 63 \mu\text{m}$: 15% (m/m); op zeef NEN 2560 - C8: $\leq 115\%$.
- > Interne wrijvingshoek: $\phi 40^\circ$.
- > Waterdoorlatendheid (Klasse 1): ca. $4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ (sterk afhankelijk van verdichting).

Milieu-aspecten

Herinrichting van het winningsgebied is een eis om negatieve effecten op natuur en landschap te compenseren, dan wel nieuwe natuurwaarden tot ontwikkeling te brengen.

Van Flugsand zijn beperkte gegevens beschikbaar over het uitlooggedrag. Beoordeeld volgens het Bouwstoffenbesluit wordt verwacht dat Flugsand aan de eisen voor categorie 1 kan voldoen. Onderzoeksgegevens per herkomst moeten hier zekerheid over geven.

Ecologische aspecten

Flugsand wordt niet aan de oppervlakte toegepast. Toegepast met een grondbekleding beïnvloedt het Flugsand de vochtvoorziening van de begroeiing op de bekledingslaag.

Uitvoering

Indien Flugsand als ophoogmateriaal wordt toegepast wordt het onder een talud van maximaal 1:5 aangebracht. Onbeschermde zal het talud, net als zand, afnemen tot circa 1:20.

Beheer en onderhoud

Aangezien Flugsand in principe niet in een onbeschermde toplaag wordt toegepast is beheer en onderhoud niet van belang.

Conclusies voor gebruik in oevers

Toepasbaar als ophogingsmateriaal. De winning van het materiaal veroorzaakt (tijdelijk) negatieve milieueffecten. Enkel na opslibbing (beperkte) mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Standaard RAW bepalingen 1995.

CUR-Aanbeveling 41 Flugsand en een daarbij behorend achtergrondrapport Flugsand (94-5). Beide gaan in op het gebruik en toepassing van Flugsand.

Literatuur

- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > LGM mededelingen. De toepassing van Flugsand bij dijkverzwaringen.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).

4.10 GRIND

Definitie

Natuurlijk grind is een los afzettingsgesteente bestaande uit steenkorrels van natuurlijke herkomst met een korrelgrootte tussen de 2 mm en 63 mm.

Nadere informatie

De grootste winning van grind vindt plaats in Midden-Limburg langs de Maas. Deze winning is de laatste jaren aanzienlijk afgenomen. Verder wordt grind nog gewonnen in Sevol (Limburg) en in toenemende mate als bijproduct van zandwinning in Brabant en Gelderland. Het overige grind wordt geïmporteerd vanuit Duitsland, Frankrijk, België en Engeland.

Soms wordt gebruikt grind aangeboden voor hergebruik zoals ballastgrind, hetgeen gebruikt is geweest als spoorbaanfundering. Ballastgrind is samengesteld uit grind met grof zand.

Toepassingsgebied

Grind kan onder meer met zand worden toegepast als "grindzand" en "steenslag" in mengsels. Als grind (ook ballastgrind) zijn de voornaamste toepassingen in de natte waterbouw:

- > filterlaag in granulaire filters;
- > drainagekoffers;
- > ballastmateriaal voor een kraagstuk;
- > tussenlaag ter bescherming van kunststofweefsels;
- > uitvullaag onder betonblokken/zetsteen;
- > oeverbeschermingen van kleine (recreatie)vaarwegen.

Een grindstrand is voor recreanten 'moeilijk' begaanbaar en is gevoelig voor beschadiging doordat het materiaal gemakkelijk te verplaatsen is. Grind is een geschikte verblijfslocatie voor kale grond broeders.

Constructieve aspecten

Om de kans op weggrollen te verkleinen (bij toepassing op een talud), en de haakweerstand te vergroten kan, gebroken grind (kiezelslag) worden toegepast en/of een kraag/zinkstuk worden gebruikt.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid korrel: ca. 2.600 kg/m³, naarmate meer vuursteen voorkomt iets lager.
- > Vorm: $d/l = 0,4-0,5$, kiezelslag is hoekig van vorm.
- > Afmetingen: diverse sorteringen.
- > Sterkte statisch: verbrijzelingsfactor 0,81-0,84.
- > Sterkte dynamisch: dynamische verbrijzelingswaarde 20-25%.
- > Elasticiteit: vergelijkbaar met breuksteen.
- > Duurzaamheid: zeer groot.

Milieu-aspecten

Bij grootschalige grindwinning ontstaan diepe plassen. Herinrichting van het winningsgebied is veelal gewenst om negatieve effecten op natuur en landschap te voorkomen, dan wel nieuwe waarden tot ontwikkeling te brengen. Winning op zee vindt eveneens plaats. Het beleid ten aanzien van concessies voor grindwinning is, ook in het buitenland, in toenemende mate terughoudend.

Wat betreft de milieuhygiënische aspecten is er alleen onderzoek uitgevoerd naar de gehalten aan chroom, molybdeen en nikkel. Uitloging was niet aantoonbaar.

In ballastgrind kunnen vele verontreinigende stoffen voorkomen, zoals zware metalen, PAK, olie, organo-chloorpesticiden en PCB. De stoffen binden zich slecht aan het grind, waardoor uitloging relatief eenvoudig plaatsvindt.

Een grindoever is een opvallend element in het landschap. De lichte kleur kan op den duur afgewisseld worden met het groen van de begroeiing.

Ecologische aspecten

Begroeiing tussen grind is mogelijk maar kan worden beperkt door permanente beweging van het materiaal en de aanwezigheid van een onderliggende filterlaag. Indien de open ruimtes tussen de stenen dichtslibben, kan dit als substraat dienen voor water- en oeverplanten. Vooral diepwortelende soorten blijken zich het eerst te vestigen. Een dikke laag grind vermindert de vestigingsmogelijkheden.

Grind biedt geschikte leefgebieden voor enige macrofaunasoorten. Tevens prefereren sommige vissoorten grind als paaigebied (bijvoorbeeld in Maasstroomgebied). Ook vogels die op kale grond broeden kunnen op een grindoever een geschikt leefgebied creëren.

Uitvoering

Grind wordt gestort door een grijper of direct door een vrachtwagen. Vervolgens kan het materiaal worden verspreid en op profiel worden gebracht door materieel op rupsbanden. Daarbij dient aan de onderzijde van het talud te worden begonnen.

Beheer en onderhoud

Grind heeft een grote weerstand tegen verbrijzeling en een zeer lange levensduur. Onderhoud is alleen noodzakelijk indien er onvoorziene belastingen optreden en kan gebeuren door middel van het aanstorten van materiaal.

Conclusies voor gebruik in oevers

Grind is als materiaal goed bruikbaar. Wel kan winning (tijdelijke) negatieve effecten hebben op natuur en landschap. Vanwege de beperkte voorraad gaat de voorkeur uit naar toepassing in hoogwaardige producten (en niet als toeslagmateriaal). Ballastgrind dient gecontroleerd te worden op verontreinigingen. Grind biedt, mits niet te veel bewegend en na dichtslibben, mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

Literatuur

- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Definities, toepassingsgebieden en milieuhygiënische aspecten van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/1).
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Tauw Infra Consult B.V. Samenstelling en uitloogbaarheid ballastgrind, 1989.

4.11 SILEX

Definitie

Silex bestaat uit harde, grillig gevormde kiezelconcreties (vuursteen), veelal ontstaan in mergelafzettingen (vuursteen) en tau (zwakke kalksteen).

Nadere informatie

Silex komt voor in min of meer regelmatige lagen in de mergelafzettingen in Zuid-Limburg en in aangrenzend België. Bij de winning voor de fabricage van cement, waarvoor deze mergel als grondstof dient, resteert de Silex als bijproduct. Door de wijze van winnen en verwerken bevat deze Silex altijd een hoeveelheid tau. Dit zijn op kleur herkenbare brokken kalksteen, die zo vast zijn dat deze in het bewerkingsproces niet, zoals de mergel worden fijngemaakt, maar met Silex worden afgescheiden.

Toepassingsgebied

Silex wordt toegepast als:

- > bezink- en afdek materiaal voor zink- en/of kraagstukken;
- > toplaag bij niet zwaar aangevallen oevers;
- > uitvul- en afdek materiaal in vooroever.

het tau-gehalte is bepalend voor de toepasbaarheid van Silex. Gelet op de zwakte en vorst-dooigevoeligheid van tau is Silex niet toepasbaar als vulmateriaal in schanskorven.

Constructieve aspecten

De constructieve waarde van het product is sterk afhankelijk van het taughalte; tau is niet bestand tegen vorst-dooiwisselingen.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: 2.600 kg/m³ (vuursteen), 2.000 kg/m³ (tau). Dichtheid van Silex varieert tussen deze twee waarden.
- > Vorm: hoekig, kubisch (Silex).
- > Afmetingen: 0/90, 90/300, 25/70 mm (Limburg), deze sorteringen worden momenteel nader onderzocht en aangepast.
- > Sterkte statisch: verbrijzelingsfactor ca. 0,9.
- > Sterkte dynamisch: verbrijzelingswaarde 14% (Silex), ca. 70% (tau).
- > Elasticiteit: afhankelijk van taughalte, Silex stijf en hard.
- > Duurzaamheid: Silex zeer goed, tau niet bestand tegen vorst-dooiwisselingen.
- > Taughalte: variabel van 15 tot 60% (Limburg).

Milieu-aspecten

Silex is een secundaire bouwstof, waaruit veel kalk kan uitlogen. Kalk kan van nature hoge gehalten aan cadmium bevatten (0,07–47 mg/kg). Van kalksteen zijn geen cadmiumgehalten bekend. De losse onregelmatige vormen van de stenen zijn bepalend voor het oeverbeeld. Op den duur kan begroeiing gaan domineren.

Ecologische aspecten

Pas na verwerking en opslibbing biedt Silex vestigingsmogelijkheden voor planten. In kalkarme milieus kan Silex ongewenste effecten hebben op de ontwikkeling van de voor dit milieu kenmerkende planten en dieren.

Uitvoering

Indien Silex in de toplaag wordt toegepast gelden de uitvoeringsaspecten van grind.

Beheer en onderhoud

Onderhoud wordt verricht door middel van bijstorten.

Conclusies voor gebruik in oevers

Silex is als materiaal goed bruikbaar, echter in kalkarme milieus schadelijk voor de ontwikkeling van de voor dit milieu kenmerkende planten en dieren. Er vindt uitloging van kalk plaats. Het materiaal biedt na dicht-slibben enige mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Geen.

Literatuur

- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Projectbureau voor Industrieel afval B.V. (PBI), Toepassingsmogelijkheden van Silex in de waterbouw. Rapport R90.040, 1990.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen. TAW, VNC, VBW-Asfalt, Delft 1988.

4.12 BREUKSTEEN

Definitie

Breuksteen (groevesteen) is gebroken natuursteen die grover is dan 32 mm.

Nadere informatie

Verschillende soorten natuursteen worden aangeboden als breuksteen. Dit zijn gewoonlijk basalt, graniet, syeniet, zandsteen, kwartsiet, diabaas, grauwacke en kalksteen. Natuursteen wordt in diverse Europese landen gewonnen.

Voor breuksteen worden een aantal (standaard) sorteringen onderscheiden:

- > fijne sorteringen 30/60 mm, 40/100 mm, 50/150 mm en 80/200 mm;
- > lichte sorteringen 5-40 kg, 10-60 kg, 40-200 kg en 60-300 kg;
- > zware sorteringen 300-1.000 kg, 1.000-3.000 kg, 3.000-6.000 kg en 6.000-10.000 kg.

Aan afmetingen, massa en vorm van de breuksteen worden voor de verschillende sorteringen eisen gesteld NEN 5180 "Breuksteen: Termen, definities, eisen en keuringen". De voordelen van breuksteen zijn:

- > eenvoudig uit te voeren;
- > eenvoudig te onderhouden;
- > flexibiliteit;
- > grote duurzaamheid;
- > herbruikbaar;
- > relatief lage materiaalkosten.

Toepassingsgebied

Breuksteen wordt in de waterbouw voor zes verschillende toepassingen gebruikt:

- > waterkeringen;
- > bescherming van oevers;
- > bodembescherming;
- > golfbrekers/dammen/kribben/drempels;
- > aanvullingen/ophopingen.
- > bescherming van kabels, leidingen en tunnels;

Breuksteen wordt voornamelijk op en onder de waterlijn toegepast al of niet in combinatie met een zink- en kraagstuk. Boven de waterlijn toegepast geeft het een moeilijk begaanbaar talud.

Constructieve aspecten

Breuksteen kan op vier manieren in een constructie worden uitgevoerd:

1. loskorrelig gestort;
2. zetsteen; elementen met een min of meer regelmatige vorm die zo goed mogelijk sluitend tegen elkaar op oevers boven het laagwaterpeil worden aangebracht;
3. in schanskorven; het materiaal wordt bij elkaar gehouden door een korf of mat van een gaasconstructie;
4. in gebonden vorm; de binding tussen de steenstukken ontstaat door de holle ruimte geheel of gedeeltelijk op te vullen met een bitumineuze of cementgebonden gietmassa.

Toegepast als bestortingslaag op zand of klei is meestal een filterconstructie in de vorm van een geotextiel of granulair filter nodig. Ongelijke zettingen worden goed gevolgd.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: gewoonlijk 2.500–3.000 kg/m³.
- > Vorm: onregelmatig, soms iets plat, bij basalt soms zuilvorm.
- > Afmetingen: sorteringen tot nominaal ca. 15.000 kg stukgewicht, een aantal sorteringen zijn standaard.
- > Sterkte dynamisch: dynamische verbrijzelingswaarde maximaal 40%.
- > Interne wrijvingshoek: ϕ 25–55°.
- > Duurzaamheid: zeer groot.

Kwaliteitseisen en keuringsvoorschriften zijn opgenomen in een aantal normbladen NEN 5180 t/m 5188.

Milieu-aspecten

Winning van natuursteen resulteert in landschappelijke en ecologische aantasting van het herkomstgebied. Herinrichting kan nieuwe waarden ontwikkelen.

In breuksteen kunnen zich van nature verontreinigende stoffen bevinden, waaronder zware metalen (Cd, As). Relatief weinig stoffen logen echter uit; breuksteen valt in categorie 1 van het Bouwstoffenbesluit. De losse, onregelmatig gevormde stenen zijn bepalend voor het oeverbeeld; vanwege de karakteristieke kleur is een dergelijke bekleding landschappelijk vaak goed in te passen. Op den duur kan begroeiing gaan domineren.

Ecologische aspecten

Begroeiing tussen breuksteen is mogelijk met riet en andere oeverplanten. De doorgroeibaarheid kan worden beperkt door de aanwezigheid van een onderliggende filterlaag. Indien de open ruimtes op en tussen de stenen dichtslibben, kan dit als substraat dienen voor diverse oeverplanten. De holtes en onregelmatigheden in een gestorte oever van breuksteen bieden geschikte leefgebieden voor met name diverse soorten macrofauna. Als vast substraat (blokken > 300 mm) is het in een oever in zout water essentieel voor een specifieke begroeiing van wieren. Door toepassing van kalkhoudende breuksteen kan vegetatie zich eenvoudiger hechten.

Uitvoering

De grote verschillen in soort en formaat breuksteen maken verschillende storttechnieken noodzakelijk. Lichtere sorteringen kunnen met poliepgrijpers, steenstorters of splijtbakken worden gestort. Zeer zware breuksteen dient met behulp van bijvoorbeeld een kraan voorzien van een poliepgrijper op zijn plaats te worden gebracht. Onder de breuksteen kan een geotextiel aangebracht worden. De keus voor het type geotextiel is afhankelijk van de gewenste sterkte en filtereigenschappen.

Beheer en onderhoud

Indien er dusdanig wordt gedimensioneerd dat de stenen van nature niet verplaatst kunnen worden hoeft breuksteen in principe geen onderhoud. Eventueel leidt intensieve recreatie op de oevers tot het verplaatsen van stenen. Als na inspectie blijkt dat er toch schade is opgetreden kan deze hersteld worden door het "terugvissen" of bijstorten van materiaal.

Conclusies voor gebruik in oevers

Breksteen is een goed bruikbaar materiaal, hoewel de winning (tijdelijk) negatieve milieu-effecten met zich meebrengt. Het materiaal biedt na dichtslibben redelijke mogelijkheden voor natuurontwikkeling. In zout water is het een geschikt substraat voor kenmerkende organismen.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995 en Suppletiebestand Rijkswaterstaat .

NEN 5180 Breuksteen – Termen, definities, eisen en keuringen.

NEN 5181 Breuksteen en vergelijkbare steenmaterialen – Bepaling van de korrelverdeling.

NEN 5182 Breuksteen en vergelijkbare steenmaterialen – Bepaling van de massaverdeling.

NEN 5183 Breuksteen en vergelijkbare steenmaterialen – Bepaling van het gehalte aan steenstukken met een verhouding tussen dikte en lengte kleiner dan 1:3.

NEN 5184 Breuksteen en vergelijkbare steenmaterialen – Bepaling van de bestandheid tegen vorst- en dooiwisselingen.

NEN 5185 Breuksteen en vergelijkbare steenmaterialen – Bepaling van de dynamische verbrijzelingswaarden.

NEN 5186 Breuksteen en vergelijkbare steenmaterialen – Bepaling van de dichtheid van steenstukken met een volume van ten minste 50 ml.

NEN 5187 Breuksteen en vergelijkbare steenmaterialen – Bepaling van de wateropneming bij atmosferische druk.

NEN 5188 Breuksteen en vergelijkbare steenmaterialen – Aantonen van zonnebrand in basalt.

Literatuur

- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > CUR, Breuksteen in de praktijk, deel 1: productie, verwerking en kwaliteitszorg, CUR-publicatie 192, Gouda, 1998.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen. TAW, VNC, VBW-Asfalt, Delft 1988.
- > Waardenburg, A.J.M. Meijer. Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdezone van de Oosterschelde: aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen op aangepaste en nieuw aangelegde dijkvlooiingen in de getijdezone van de Oosterschelde (resultaten inventarisatie 1988 t/m 1990), 1991.

4.13 SCHANSKORVEN

Definitie

Een schanskorf of steenkorf is een balk- of plaatvormige doos, gemaakt van thermisch, verzinkt en eventueel geplastificeerd staalgaas of kunststof gaas of net gevuld met natuursteen of ander gerecycled steenachtig materiaal.

Nadere informatie

Staalgaas moet geplastificeerd zijn bij toepassingen in zout water en bij pH-waarden kleiner dan 7 en groter dan 11. De schanskorf wordt in gevouwen toestand aangevoerd en op het werk of op een opslagplaats in elkaar gezet met behulp van bijgeleverd binddraad. Vervolgens wordt de korf in het werk geplaatst, gevuld met stenen en met gaas afgesloten. Plaatsing van voorgevulde korven is ook mogelijk. Schanskorven zijn in een aantal standaardafmetingen te verkrijgen, maar ook in speciale afmetingen. De vereiste korrelverdeling van de steenvulling moet afgestemd worden op de korrelafmetingen en de maaswijdte.

Toepassingsgebied

Schanskorven vinden toepassing in onder andere:

- > duinvoetverdediging;
- > oeverbescherming;
- > dijkbekleding.

Constructieve aspecten

Schanskorven zijn soepel en flexibel. Dankzij de goede waterdoorlatenheid is er geen gevaar voor een hydrostatische overdruk.

Schanskorven hebben een aantal voordelen ten opzichte van los gestorte steen:

- > zolang de korf intact is kunnen de stenen niet verdwijnen;
- > grotere stabiliteit te realiseren met kleinere steenstukken, tot 50% minder steenmateriaal;
- > steilere en hogere constructies zijn mogelijk.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: vulling ongeveer 0,62 maal dichtheid van de stenen.
- > Vorm: rechthoekig, tussenschot per 1 m, maaswijdte 80/100 tot 100/120 mm (korven); 50/70 en 60/80 mm (matrassen).
- > Afmetingen korven: lengte 1, 2, 3 of 4 m, breedte 1 of 2 m; hoogte 0,3 tot 1 m.
- > Afmetingen matrassen: lengte 2 tot 6 m, breedte 1,5, 2 of 3 m, hoogte 0,15 – 0,30 m.
- > Elasticiteit: buigzame elementen.
- > Waterdoorlatendheid: zeer groot, zonodig filter toepassen.
- > Duurzaamheid: wordt bepaald door het toegepaste staal of kunststof en afhankelijk van milieu en toepassing. Kunststof is minder gevoelig voor pH-waarde en corrosie dan staal, echter gevoeliger voor UV-straling, vorst en vandalisme.

Milieu-aspecten

In zure watersystemen ($\text{pH} < 6$) lost zink sneller op. De uitloog- en samenstellingseigenschappen worden mede bepaald door het materiaal dat als vulling gebruikt is.

Het draad met de vulsteen is direct na aanleg meestal goed zichtbaar. Op den duur zal begroeiing het beeld verfraaien. Het gebruik van gerecycled steenachtig vulmateriaal leidt tot besparing van energie en grondstoffen.

Ecologische aspecten

Tussen het vulmateriaal kunnen zich in eerste instantie vooral hoog opgaande planten vestigen.

Het voorkomen van soorten is voor een belangrijk deel afhankelijk van slibafzetting.

Filterdoek kan een beperkende invloed hebben op de vegetatie-ontwikkeling.

De vegetatie biedt een geschikt leefgebied aan diverse diersoorten. Indien er sprake is van een redelijk dichte begroeiing (riet en lisdodde) ontstaan er ook geschikte vestigingsplaatsen voor diverse vogelsoorten.

Schanskorven kunnen vanwege de verticale constructie een barrière vormen voor macrofauna, vissen en te water geraakte dieren. Door het creëren van, op enige afstand van elkaar gelegen, openingen kan de barrièrewerking voor dieren (vissen, macrofauna) worden verminderd.

Uitvoering

Het vullen van de korven vindt op het werk of bij de leverancier plaats. Belangrijk hierbij is een goede vulling van de korf. Te veel holle ruimte leidt tot zetting van de korf. Voor het opnemen van de korf wordt een evenaar of klem gebruikt. Bij het opnemen van de korf moet er op gelet worden dat er geen beschadigingen aan de staaldraden ontstaan.

Beheer en onderhoud

Onderhoud is gering en reparaties kunnen eenvoudig worden uitgevoerd. Oppassen voor onderspoeling en daardoor verzakken van de constructie bij wat grotere dynamiek tegen een verticaal element. Eventuele

schade aan gaasomhulsel moet met los gaas materiaal en vulmateriaal gerepareerd worden. Indien de korf verwijderd moet worden kan dit het beste vanaf het water gebeuren.

Conclusies voor gebruik in oevers

Bruikbaar voor oevers, mits met schoon steenmateriaal gevuld. Schanskorven bieden goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Dit is mede afhankelijk van vulmiddel en de afmeting van het vulmiddel.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

Literatuur

- > CUR, Breuksteen in de praktijk: deel 1 productie, verwerking en kwaliteitszorg, CUR-publicatie 192, Gouda, 1998.
- > DWW Wijzer 30, Schanskorven in oevers, uitgave 1992.

4.14 ZINK- EN KRAAGSTUKKEN

Definitie

Zink- en kraagstukken zijn matten samengesteld uit rijnshout al of niet met riet en/of een zool van geotextiel.

Nadere informatie

Een klassiek zinkstuk wordt samengesteld uit een onder- en een bovenroosterwerk van wiepen met een omtrek van 0,30 m, gemaakt van Hollandse of fijn Gelderse rijs. De onderlinge afstand van de wiepen bedraagt tegenwoordig in het algemeen 1,00 m terwijl de vulling tussen de roosterwerken bestaat uit drie lagen Hollandse dan wel uit fijne en/of gewone Gelderse rijs of uit twee van dergelijke lagen en een laag riet. Door meerdere lagen boven elkaar aan te brengen, kan de zanddichtheid worden vergroot. Vroeger bedroeg de onderlinge afstand tussen de wiepen over het algemeen 0,90 m. Tegenwoordig worden meestal wiepenstelsels op een geotextiel toegepast, soms met een tussenlaag. Bescherming van het geotextiel tegen beschadiging door het aanbrengen van de steen verdient aandacht. Toepassing van een miscantus-, rietmat of een nonwoven geotextiel kan beschadiging voorkomen. Schade kan ook voorkomen worden door vermindering van de storthoogte van de breukstenen tot maximaal 1 meter.

Toepassingsgebied

Zink- en kraagstukken kunnen in vrijwel alle situaties worden toegepast als bodem- en oeverbescherming. Ze vormen dan de filterlaag onder een toplaag van steen.

Constructieve aspecten

Zink- en kraagstukken dienen om uitschuring van de ondergrond te voorkomen.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: massa per m² afhankelijk van dimensionering en gebruikte materialen.
- > Afmetingen: afhankelijk van situatie en verwerkingsmogelijkheden en materieel.

- > Sterkte statisch: afhankelijk van de opbouw.
- > Sterkte dynamisch: afhankelijk van zwaarte van de steenstorting.
- > Waterdoorlatendheid en zanddichtheid afhankelijk van toegepast geotextiel, zonder geotextiel is de zanddichtheid gering.
- > Duurzaamheid: min. 10–15 jaar, in brak en zout water kan rijshout op de waterlijn worden aangetast door de paalworm.

Eisen die aan rijshout worden gesteld zijn omschreven in het normblad NEN 747 "Rijsmaterialen en riet voor waterbouwkundige werken".

Milieu-aspecten

Een zinkstuk is gemaakt van de vernieuwbare grondstof hout (wiepenstelsel) en als zodanig zeer milieuvriendelijk. Bij toepassing met geotextiel zijn de milieu-aspecten mede afhankelijk van het geotextiel (zie geotextielen).

Ecologische aspecten

Zink- en kraagstukken bieden, mits de steenlaag niet te dik is, redelijke doorgroeimogelijkheden. Dit geldt in ieder geval voor riet. Een onderliggend geotextiel kan de doorgroeibaarheid beperken. Voor het gebruik van doorgroeibare geotextielen wordt verwezen naar de CUR-Aanbeveling 60. Bij jong rijshout is uitgroei, op of vlak boven de waterlijn, mogelijk.

De openingen tussen de gevlochten takken vormen, als zij aan het water zijn blootgesteld, een leefgebied voor diverse bodemdieren, met name voor ongewervelden.

Uitvoering

Voor het afzinken van de stukken zijn diverse methoden ontwikkeld. Bij toepassing van biologisch afbreekbare materialen moeten relatief kleine kraagstukken worden gemaakt (circa 9×13 m). Dit omdat de sterkte van het biologisch afbreekbare materiaal kleiner is dan die van het synthetische materiaal.

Beheer en onderhoud

Onderhoud aan het zink- of kraagstuk zelf is zelden mogelijk. Veelal zal vervanging nodig zijn. Lokale schades kunnen worden gerepareerd met granulaire filters.

Conclusies voor gebruik in oevers

Rijshout is een zeer goed bruikbare vernieuwbare bouwstof al of niet met geotextielzool. Kraagstukken toegepast in een doorgroeiconstructie bieden, vooral wanneer de steenlaag niet te dik is, redelijke mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

NEN 747 Rijsmaterialen en riet voor waterbouwkundige werken.

CUR-Aanbeveling 60 Doorgroeibaarheid van geotextielen voor riet. Gouda 1997.

Literatuur

- > CUR, Biologisch afbreekbare geotextielen, CUR-publicatie 187, Gouda 1996.
- > CUR, Vernieuwbare materialen in en rondom oevers, CUR-publicatie 194, Gouda 1998.
- > DWW Wijzer 70, Rijshout in vlechtwerk, wiepen en zinkstukken, uitgave 1996.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Zink- en aanverwante werken, benevens het hoe en de wijze waarop, 1970.
- > Rijshoutconstructies in de waterbouw, Stichting Productiviteit Rijswerkers en steenzettersbedrijf, Leidschendam 1995.

4.15 NATUURSTEENELEMENTEN

Definitie

Elementen bestaande uit natuursteen met min of meer regelmatige vorm, ook wel zetsteen of behakte natuursteen genoemd.

Nadere informatie

De in aanmerking komende natuursteensoorten zijn:

- > basalt(zuilen);
- > graniet(blokken) (Polen/Portugal);
- > Kalksteen (blokken)(petit granit, België).

Vrijwel altijd wordt de steen gezet in een laag fijn materiaal van grind of steenslag; de uitvullaag.

Toepassingsgebied

Natuursteenelementen worden voornamelijk toegepast bij het bekleden van oevers boven laagwater.

Constructieve aspecten

Door de open structuur wordt opbouw van waterdrukken onder de bekleding voorkomen. Ter voorkoming van uitspoeling van kernmateriaal is het gebruik van een geotextiel of een granulair filter noodzakelijk. Door aangroei, dichtslibben en/of inwassen met fijn steenmateriaal kunnen tussen de blokken klemkrachten worden opgewekt waardoor de sterkte van de bekleding wordt verhoogd.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: basalt 2.900–3.000 kg/m³, graniet 2.600–2.700 kg/m³, kalksteen 2.650–2.700 kg/m³.
- > Vorm: basalt-prismatische zuilvorm, hoog 0,15–0,35 m, massa 30–80 kg; graniet en kalksteen: blokvorm, afmetingen naar keuze.
- > Druksterkte: > 150 N/mm².
- > Duurzaamheid: groot bij voldoen aan eis voor bestendigheid tegen vorst- en dooiwisselingen volgens NEN 5180 Breuksteen: Termen, definities, eisen en keuringen.

De eisen, die aan natuursteenelementen worden gesteld zijn omschreven in de normbladen NEN 529

Zetsteen, bloksteen en zink- en stortsteen, NEN 531 Graniet en seyniet en NEN 532 Basalt.

Milieu-aspecten

Winning van natuursteen resulteert in landschappelijke en ecologische aantasting van het herkomstgebied. Herinrichting kan nieuwe waarden ontwikkelen. Uitloging van verontreinigende stoffen is praktisch nihil. De regelmatig gezette stenen, geven een vlak en strak oeverbeeld, waar beplanting op den duur voor enige afwisseling kan zorgen. Vanwege de karakteristieke kleur is een oeverbekleding van gezette steen landschappelijk vaak goed in te passen.

Ecologische aspecten

De (nauwe) openingen tussen de natuursteenelementen bieden, met name bij dichtslibbing of instuiving, mogelijkheden voor diverse oeverplanten. Er kunnen zich vooral grassen en lage kruipende soorten, zoals muurpeper vestigen. Een hoger opgaande plant als riet en een struik/ boomvormende soort als wilg kan echter ook voorkomen. Voor aantasting van de bekleding door bomen en struiken dient echter gewaakt te worden. De ruwheid aan de oppervlakte en de openingen tussen de stenen biedt vooral in zoutwater-systemen, bijvoorbeeld in de getijdezone, voor kalksteen goede mogelijkheden voor specifieke vegetatie (wieren) en macrofauna. Voor basalt zijn deze mogelijkheden beduidend minder goed.

Uitvoering

Natuursteenelementen worden met de hand gezet.

Beheer en onderhoud

Natuursteen heeft een grote weerstand tegen verbrijzeling en een zeer lange levensduur. Onderhoud is alleen noodzakelijk indien er onvoorziene belastingen optreden en kan gebeuren door middel van het herzetten of toevoegen van de steen.

Opmerkingen

Basaltzuilen zijn nog beperkt verkrijgbaar. Basalt is gevoelig voor "zonnebrand"; een structuurafwijking die het uiteenvallen van de steen veroorzaakt. Kalksteenblokken voor waterbouwkundige toepassingen worden niet meer geproduceerd. Vanwege de beperkte verkrijgbaarheid, de prijs en de arbeidsintensieve aanleg van de bescherming worden natuursteenelementen steeds minder toegepast. De beschikbaarheid van vervangende betonelementen speelt hierbij een rol. Hergebruik vindt veel plaats. Dit geldt ook voor natuursteenelementen van niet genoemde aard en herkomst, zoals bijvoorbeeld de Vilvoordse steen. Deze min of meer regelmatig gevormde platte steenelementen zijn veelal als zetsteen gebruikt.

Conclusies voor gebruik in oevers

Natuursteenelementen zijn als materiaal goed bruikbaar. Winning brengt (tijdelijk) negatieve milieu-effecten met zich mee. Het materiaal biedt beperkte mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Mogelijkheden voor fauna zijn beter dan voor flora.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

NEN 529 Zetsteen, bloksteen en zink- en stortsteen van natuursteen.

NEN 531 Graniet en seyniet.

NEN 532 Basalt.

NEN 5180 Breuksteen – Termen, definities, eisen en keuringen.

Literatuur

- > CUR, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen. CUR-publicatie 155, Gouda, 1992.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek. Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen. TAW, VNC, VBW-Asfalt, Delft 1988.

4.16 FOSFORSLAKKEN

Definitie

Fosforslak is een slak die vrijkomt bij de elektro-thermische ontsluiting van fosfor uit fosfaaterts.

Nadere informatie

Bij het productieproces van fosfor wordt het fosfaaterts (calciumfosfaat) samen met grind en cokes verhit tot ongeveer 1500 °C. Daarbij komen fosfor en koolmonoxyde gasvormig vrij en ontstaat er een vloeibaar calciumsilicaat, de slak. De vloeibare slak wordt afgetapt in grote gietijzeren potten, in slakkenbedden uitgegoten en dan aan de lucht of met behulp van water afgekoeld. De wijze van afkoeling heeft invloed op de porositeit van de slak. Normaal gesproken wordt de slak in de bedden met water besproeid om de afkoeling te bespoedigen; hierdoor ontstaan ook krimpscheuren die het breken van de slak vergemakkelijken. De gestolde slak wordt vervolgens opgebroken en in een breek-zeefinstallatie gebroken en gezeefd tot een gewenste korrelverdeling. De meest gangbare sortering, die voor de waterbouw wordt geleverd, is 40/160 mm.

Toepassingsgebied

Fosforslakken kunnen in oevers voor diverse constructies worden toegepast:

- > als toplaag (40/160 mm);
- > in filterlagen (fijnere sorteringen);
- > als kernmateriaal bij dammen en drempels;
- > als beschermingsmateriaal tegen het uitschuren van vooroevers.

Constructieve aspecten

Zie BREUKSTEEN. Overigens is de grofheid beperkt zodat fosforslak minder geschikt is voor toepassing in oevers met zware golf- of stromingsaanval.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: ongeveer 2.700 kg/m³.
- > Vorm: hoekig, kubisch, $d/l > 0,50$, $d/l < 1/3$ max. 10%.
- > Korrelverdeling: "tout venant" (0/400 mm), 0/40 mm, 40/160 mm, op aanvraag tot nominaal 200.
- > Sterkte: druksterkte 20–30 N/mm², dynamische verbrijzelingswaarde: ca. 25%.
- > Elasticiteitsmodulus: ongebonden vergelijkbaar met breuksteen, licht gebonden fosforslakkenmengsel (0/40 met slakkenzand) $E = \pm 1.000 \text{ N/mm}^2$.
- > Wrijvingseigenschappen: vergelijkbaar met breuksteen.
- > Duurzaamheid: goed.

Milieu-aspecten

Fosforslak is een secundaire bouwstof. Voor de beoordeling van de milieuhygiënische kwaliteit is het uitlooggedrag van een aantal relevante stoffen bepaald. Fosfor heeft gezien de concentraties, geen substantiële bijdrage aan eutrofiëring en voldoet aan de normen zoals deze gelden binnen het Bouwstoffenbesluit. Uit fosforslak kan enig Uranium emitteren.

Voor de bepaling van het uitlooggedrag zijn gestandaardiseerde laboratoriumproeven ontwikkeld.

Ecologische aspecten

Fosforslakken zijn in zoetwatersystemen nauwelijks begroeibaar. In de praktijk is in een zout milieu na een aanvankelijke toename een plotselinge afname van de begroeiing waargenomen. Indien de open ruimtes tussen de slakken dichtslibben, kan dit vooral boven de waterlijn als substraat dienen voor diverse planten, zoals oeversoorten en ruigtekruiden. Een onderliggende filterlaag kan de begroeiing beperken. Fosforslakken bieden enige vestigingsmogelijkheden voor macrofauna, zoals zoetwaterpokken.

Uitvoering

Bij het storten van fosforslak moet er op gelet worden dat het materiaal niet te sterk verbrijzeld. Verbrijzeling kan voorkomen worden door de storthoogte te beperken.

Beheer en onderhoud

Fosforslak is een vrij broos materiaal. Door verbrijzeling neemt de diameter af waardoor de weerstand tegen erosie toe neemt. Dit vermindert de onderhoudsbehoefte. Echter, indien bij de uitvoering onvoldoende rekening is gehouden met de verbrijzeling en de toplaag te dun wordt, kan bijstorten noodzakelijk zijn. Een eventueel toegepast geotextiel moet regelmatig geïnspecteerd te worden. Door de chemische inwerking van de stoffen in de fosforslak kan de levensduur van de geotextiel bekort worden.

Conclusies voor gebruik in oevers

Fosforslak dient vanwege uitloging van verontreinigende stoffen, zeer terughoudend toegepast te worden in zoet water. Mogelijkheden voor natuurontwikkeling zijn beperkt.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995 en Suppletiebestand Rijkswaterstaat.

NEN 7340, 7345, 7349 Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Uitloogproeven.

Literatuur

- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > Leeuwis, R.J. en C. ter Kuile. Ecotoxicologische verkenningen met betrekking tot ertsslakken in waterstaatswerken, 1984.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Definities, toepassingsgebieden en milieuhygiënische aspecten van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/1).

- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).
- > Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren-AOBB, D.A. Jonkers. Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door bentische marine organismen, 1987.
- > Waardenburg, A.J.M. Meijer. Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdezone van de Oosterschelde: aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen op aangepaste en nieuw aangelegde dijkglavingen in de getijdezone van de Oosterschelde (resultaten inventarisatie 1988 t/m 1990), 1991.

4.17 STAALSLAKKEN

Definitie

Staalslakken zijn nevenproducten die vrijkomen bij het productieproces van staal.

Nadere informatie

Slakken zijn stollingsproducten die vrijkomen bij hoge-temperatuurproductieprocessen. Bij alle staalproductiemethoden worden ruw ijzer en schroot als grondstoffen gebruikt. Daarnaast worden soms andere stoffen toegevoegd om de chemische en fysische eigenschappen van het staal te beïnvloeden.

De voor staal ongewenste stoffen die zich in het vloeibaar ruw ijzer bevinden, oxyderen bij verhitting en vormen vervolgens, samen met toegevoegde kalk, de staalslak. De vloeibare staalslak wordt gescheiden van het staal afgetapt. Na afkoeling in slakkenbedden wordt de staalslak gebroken en gezeefd. De meest gangbare sortering die voor de waterbouw geleverd wordt is 40/160 mm.

De productie van het staal kan op verschillende manieren gebeuren. Tegenwoordig worden alleen nog staalslakken aangeboden die vrijkomen bij de fabricage volgens het Linz-Donawitz proces en in mindere mate het Elektro-Oven proces, de zogenoemde LD-slak en ELO-slak.

Toepassingsgebied

Staalslakken zijn toepasbaar:

- > als toplaag;
- > in filterlagen;
- > als kernmateriaal bij dammen en drempels;
- > als beschermingsmateriaal tegen het uitschuren van vooroevers.

Constructieve aspecten

De LD-slak is vanwege de hoge dichtheid en de goede haakweerstand zeer geschikt als toplaag.

Bij toepassing in filterlagen bestaat kans op verkitting van de fijnere fracties.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: 3.100–3.400 kg/m³.
- > Vorm: onregelmatig en hoekig van vorm, $d/l > 0,5$, $d/l < 1/3$ max. 10% (m/m).
- > Sterkte statisch: globaal vergelijkbaar met breuksteen.
- > Sterkte dynamisch: dynamische verbrijzelingswaarde ca. 12%.
- > Duurzaamheid: goed bestand tegen vorst-dooiwisselingen, echter door de aanwezigheid van vrije kalk (kalkpitten) kan het materiaal uiteenvallen.

Milieu-aspecten

ECN heeft een beschikbaarheidsproef uitgevoerd. Hierbij is vastgesteld welke hoeveelheid van een component er op zeer lange termijn kán uitlogen, indien het materiaal wordt blootgesteld aan extreme condities. De slak is daarbij fijn gemalen tot kleiner dan 125 µm en, met toevoeging van salpeterzuur uitgelooagd. Op basis van deze resultaten is besloten de LD-staalslak als categorie 1A bouwstof in het Bouwstoffenbesluit op te nemen.

Ecologische aspecten

De losse, onregelmatig vorm van de slakken zijn bepalend voor het oeverbeeld. Op den duur kan begroeiing in zout water gaan domineren. Staalslakken zijn in zoetwatersystemen nauwelijks begroeibaar. In de praktijk is in een zout milieu na een aanvankelijke toename een plotselinge afname van de begroeiing waargenomen. Begroeiing is mogelijk met wieren en macrofauna. Indien de open ruimtes (boven de waterlijn) tussen de slakken dichtslibben, kan dit als substraat dienen voor diverse planten. Een onderliggende filterlaag kan de begroeiing beperken.

Uitvoering

In staalslakken kan vrij ijzer voorkomen dat gaat roesten. Bij toepassing van geotextielen van polypropyleen dient rekening te worden gehouden met de invloed van roest op de levensduur van het geotextiel. Geen bijzondere eigenschappen of kenmerken, vergelijkbaar met breuksteen.

Beheer en onderhoud

Na verloop van tijd kan verkitting van de fijnere fractie optreden. Dit vermindert de waterdoorlatendheid en vergroot daarmee de erosiebestendigheid. Door overdruk echter, kan grote schade aan het filter ontstaan. Minimaal gebruik van fijne fractie kan dit voorkomen. Door de verkitte slakken is herprofilering niet eenvoudig. Bij schade zal er materiaal worden toegevoegd.

Conclusies voor gebruik in oevers

Staalslakken dienen zeer terughoudend toegepast te worden in zoet water. Staalslakken hebben beperkte mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995 en Suppletiebestand Rijkswaterstaat .

NEN 7340, 7345, 7349 Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Uitloogproeven.

Literatuur

- > CUR, Toepassing van alternatieve materialen in de waterbouw, Literatuurstudie, CUR-rapport 89-1, Gouda, 1989.
- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > Leeuwis, R.J. en C. ter Kuile. Ecotoxicologische verkenningen met betrekking tot ertsslakken in waterstaatswerken, 1984.

- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Definities, toepassingsgebieden en milieuhygiënische aspecten van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/1).
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).
- > Rijkswaterstaat Dienst Getijdewateren-AOBB, D.A. Jonkers. Opname van zware metalen uit en kolonisatie van ovenslakken en beton door bentische marine organismen, 1987.

4.18 MIJNSTEEN

Definitie

Mijnsteen is een verzamelnaam voor alle soorten nevengesteenten die bij de winning van steenkool vrijkomen.

Nadere informatie

De aardlagen waarin steenkool voorkomt, zijn gevormd in de geologische periode het Bovencarboon (ruim 200 miljoen jaar geleden). In die periode ontstonden afwisselend afzettingen van veen, klei en soms zand. Onder invloed van grote belastingen door latere afzettingen op deze lagen is het veen veranderd in steenkool, de klei in kleisteen (soms leisteen) en de zandige afzettingen in zandsteen en er vormen zich overgangsgesteenten tussen de verschillende soorten.

De mijnsteen wordt onderscheiden in een aantal soorten:

- > mijnsteen die vrijkomt bij het maken van schachten, hoofdgangen en luchtsteengangen;
- > mijnsteen die vrijkomt door een droge scheiding van steenkool en mijnsteen. De scheiding vindt plaats door breken en zeven; omdat steenkool gemakkelijker vergruisd dan mijnsteen resteert in de grove mijnsteen praktisch geen steenkool meer;
- > wassteen. Deze komt vrij door scheiding van de steenkool door een nat proces, waarbij gebruik wordt gemaakt van de geringere dichtheid van steenkool ten opzichte van mijnsteen;
- > mijnsteen van bestaande bergen. Mijnsteen van deze bergen kan sterk variëren in grofheid en verontreiniging. In oude bergen kunnen hoge koolstofgehalten voorkomen. Verder kunnen er mijnhout, machineonderdelen, chemische verontreinigingen (onder andere PAK's/PCB's) en ander afval in voorkomen;
- > gebrande mijnsteen. Door de steenbergen te laten branden ontstaat rode of gebrande mijnsteen. Steenbergen bevatten doorgaans voldoende koolstof en zijn zodanig los gepakt dat het proces zonder hulpmiddelen (zoals bij een veenbrand) langzaam door de steenberg trekt. Gebrande mijnsteen is bestendiger en sterker dan ongebrande (zwarte) mijnsteen, en wordt met name toegepast als afdekking, bij middenberm, fiets- en wandelpaden in de wegenbouw.

De in Nederland gebruikte mijnsteen is afkomstig uit België, Duitsland en Nederland zelf. Het betreft in Duitsland over het algemeen mijnsteen uit de lopende productie. Soms wordt mijnsteen uit oude mijnsteenbergen aangeboden. Naar verwachting zal begin volgende eeuw ook de winning in Duitsland beëindigd worden. Daarna is levering van mijnsteen uit de genoemde landen enkel mogelijk uit oude bergen.

Toepassingsgebied

Binnen de waterbouw wordt enkel de zwarte (ongebrande) mijnsteen toegepast. Zwarte mijnsteen kan toegepast worden:

- > in perskaden onder, op en boven de waterlijn. Deze perskaden worden veelal in de teenconstructie van het definitieve werk opgenomen;
- > als funderingslaag in een glooiingsconstructie tussen een zandlichaam en de open of gesloten toplaag;
- > als beschermingsmateriaal tegen uitschuring van vooroevers en bodems;
- > in filterlaag;
- > in aanvulling en als kernmateriaal.

Constructieve aspecten

Bij de toepassing van mijnsteen in de waterbouw dient met een aantal factoren rekening te worden gehouden:

- > Wanneer mijnsteen wordt blootgesteld aan water en lucht moet rekening worden gehouden met verwerking; vorst- en dooiwisselingen kunnen de verwerking nog meer bespoedigen. Dit verschijnsel maakt mijnsteen niet geschikt voor top- en afdeklagen;
- > Tijdens de uitvoering moet een zodanige verdichtingswijze worden toegepast dat geen verkneding optreedt; dit is met name van belang bij de toepassing in open fundatie- en filterlagen.
- > De samendrukbaarheid van mijnsteen kan, afhankelijk van de mate van verdichting, relatief groot zijn; klink treedt, gezien de grote waterdoorlatendheid, snel op.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: varieert van ongeveer 2.450 tot 2.650 kg/m³.
- > Vorm: d/l ongeveer 0,35 (betrekkelijk plat).
- > Sterkte: zwak door gelaagdheid en verweringsgevoeligheid.
- > Elasticiteit: ongeveer als zand, afhankelijk van grofheid en dichtheid.
- > Waterdoorlatendheid: zonder verkneding beter dan van zand, door verkneding echter kan de doorlatendheid afnemen tot die van klei.
- > Duurzaamheid: bij blootstelling aan de lucht treedt verwerking en een sterke verfijning op. Tijdens transport kan eveneens verfijning optreden. Onder water valt mijnsteen niet of nauwelijks uiteen.

Milieu-aspecten

De samenstelling van mijnsteen kan sterk variëren, waardoor zich wat betreft milieuhygiënische effecten grote verschillen kunnen voordoen. Met name depot mijnsteen is relatief milieu-onvriendelijk. Diverse verontreinigingen, zoals zware metalen, PCB's en PAK, kunnen uitlogen. Uit het mammoetonderzoek blijkt, dat met name uitloging van SO₄ (uitloging/kolomtest: 1.588 mg/kg) en Cl⁻ (uitloging/kolomtest: 23.305 mg/kg) negatieve milieu-effecten kan veroorzaken. Om deze reden dient toepassing bij voorkeur alleen plaats te vinden in een ruime hoeveelheid stromend water of zeewater. Voor de bepaling van het uitlooggedrag zijn gestandaardiseerde laboratoriumproeven ontwikkeld (NEN 7340).

Gewassen mijnsteen heeft minder schadelijke milieu-effecten. Overigens, de milieubelasting van mijnsteen wordt in toenemende mate gecontroleerd. Er wordt ook mijnsteen onder certificaat geleverd.

Ecologische aspecten

Mijnsteen wordt boven water alleen in perskades en als onderlaag toegepast. Onder water toegepast biedt het beperkte vestigingsmogelijkheden voor planten en dieren.

Uitvoering

Bij transport van mijnsteen kan verfijning optreden. Bij de uitvoering moet aandacht geschonken worden aan het vochtgehalte. De verwerkbaarheid van de mijnsteen is namelijk sterk afhankelijk van de vochtigheid. Mijnsteen wordt door berijding en verdichting tijdens neerslag dicht en ondoorlatend. Tijdens de uitvoering moet een zodanige verdichtingswijze worden toegepast dat geen verkneding optreedt. Dit is met name van belang bij de toepassing in open fundatie- en filterlagen.

Beheer en onderhoud

Mits voldoende bestand tegen stroming en golfaanval behoeft mijnsteen toegepast als top laag geen onderhoud.

Conclusies voor gebruik in oevers

Mijnsteen is een standvastig en stabiel materiaal. Vanwege uitloging van verontreinigende stoffen zeer terughoudend toepassen in zoete wateren. Zeer beperkte mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

NEN 7340, 7345, 7349 Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Uitloogproeven.

Literatuur

- > CUR, Toepassing van alternatieve materialen in de waterbouw, Literatuurstudie, CUR-rapport 89-1, Gouda, 1989.
- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Definities, toepassingsgebieden en milieuhygiënische aspecten van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/1).
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).
- > Tauw Infra Consult B.V. Uitloging van mijnsteen, 1986.
- > Tauw Infra Consult B.V. Milieuhygiënische kwaliteit mijnsteen Auguste Victoria, 1988.

4.19 GRANULAAT

Definitie

Granulaat wordt verkregen door selectief slopen en het adequaat bewerken van beton- en/of metselwerkpuin in een bouw- en sloopaafvalbewerkingsinrichting.

Nadere informatie

Er worden drie groepen granulaat onderscheiden: betongranulaat, metselwerkgranulaat en menggranulaat. Betongranulaat is granulaat dat is verkregen door selectief slopen, het sorteren op de bouwplaats en het adequaat bewerken van betonpuin en betonwaren in een bouw- en sloopafval bewerkingsinrichting. Betongranulaat komt vrij op sloop- én bouwlocaties.

Metselwerkgranulaat is granulaat dat is verkregen door selectief slopen, het sorteren op de bouwplaats en het adequaat bewerken van metselwerkpuin in een bouw- en sloopafval bewerkingsinrichting. Metselwerkgranulaat komt vrij op sloop- én bouwlocaties.

Menggranulaat is een mengsel van beton- en metselwerkgranulaat, waarbij het aandeel betongranulaat ten minste 45 % (m/m) bedraagt.

Asfaltgranulaat wordt incidenteel in oevers toegepast. Echter gezien de intrinsieke waarde van het breekasfalt moet dit worden afgeraden.

Toepassingsgebied

Granulaat kan worden toegepast in:

- > top laag;
- > filterlagen;
- > funderings- en vleilaag onder zetsteen;
- > waterdoorlatende kern;
- > hulpkade;
- > golfwerende dam;
- > vulling van schanskorven.

Constructieve aspecten

Bij toepassing van granulaat moet rekening worden gehouden met variabele kwaliteit die door kwaliteitscontrole binnen bepaalde grenzen blijft.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid steenstukken: betongranulaat $> 2.100 \text{ kg/m}^3$, metselwerk- en menggranulaat 1.600 kg/m^3 .
- > Vorm: onregelmatig, hoekig.
- > Sterkte dynamisch: verbrijzelingsfactor betongranulaat 0,71–0,84, metselwerkgranulaat 0,63–0,84 en menggranulaat 0,67–0,75.
- > Duurzaamheid: de vorstbestendigheid van metselwerksteen is redelijk, die van straatsteen en beton goed.

Milieu-aspecten

Uitlogende stoffen uit betongranulaat kunnen zijn: PAK's, EOX, zwavel en diverse zware metalen. PAK, bromide en zwaveluitloging kan bij metselwerkgranulaat aanzienlijk zijn. Deze stoffen kunnen vooral in de fijne fractie "het zeefzand" voor. Met name zink kan uitlogen uit betongranulaat.

Puin kan beter niet gebruikt worden als top laag aangezien het geen fraai uiterlijk heeft en bijstorten door particulieren gemotiveerd wordt. Beter is het dan om een top laag van breuksteen toe te passen.

Ecologische aspecten

Vanwege het ruwe oppervlak en de ruimtes ertussen biedt puin, toegepast als bestorting, vestigingsmogelijkheden voor diverse planten. Het betreft bijvoorbeeld lage ruigtekruiden en oeverplanten als riet, liesgras en grote lisdodde. Begroeiing is vanwege de eroderende werking van het water op en onder de waterlijn beperkt. Bij het gebruik van een geotextiel moet indien mogelijk een doorgroeibaar geotextiel worden toegepast. Ook kan een onderliggend geotextiel de doorgroeimogelijkheden beperken. Puinoevers kunnen rijk zijn aan aquatische macrofauna.

Uitvoering

Granulaat is gevoelig voor verbrijzeling. Bij het storten dient de storthoogte beperkt te worden.

Beheer en onderhoud

Onderhoud vindt plaats door middel van bijstorten.

Conclusies voor gebruik in oevers

Mits niet te zeer verontreinigd is granulaat goed bruikbaar als toeslagmateriaal. Gebruik is in sommige gevallen alleen onder stringente voorwaarden mogelijk. Bij granulaat toegepast als bestorting zijn de mogelijkheden voor natuurontwikkeling redelijk na aanslibbing.

Bepalingen

Brekers kunnen granulaten leveren onder SKK (Stichting Kwaliteitsborging Korrelmix) en KOMO (BRL 2506). Sorteerdere kennen het kwaliteitssysteem CERTIVA. Standaard RAW Bepalingen 1995.

Literatuur

- > CUR, Toepassing van alternatieve materialen in de waterbouw, Literatuurstudie, CUR-rapport 89-1, Gouda, 1989.
- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > DWW, Proefproject metselwerkgranulaat dam Ventjagersplaat, Delft, 1996.
- > DWW Wijzer 77, Metselwerkgranulaat als kernmateriaal in dammen, uitgave 1997.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Definities, toepassingsgebieden en milieuhygiënische aspecten van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/1).
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).
- > Waardenburg, A.J.M. Meijer. Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdezone van de Oosterschelde: aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen op aangepaste en nieuw aangelegde dijkglooingen in de getijdezone van de Oosterschelde (resultaten inventarisatie 1988 t/m 1990), 1991.

4.20 KUNSTMATIGE GRANULATEN/GEËXPANDEERDE KLEIKORRELS

Definitie

Een kunstmatig granulaat kan worden gevormd uit vliegashoudstof onder toevoeging van een bindmiddel en water. Een geëxpandeerde kleikorrel is een licht granulaat van klei, vervaardigd in een draaioven bij een temperatuur van circa 1.100 °C.

Nadere informatie

De processen voor het vervaardigen van kunstmatige granulaten worden ingedeeld naar het temperatuurniveau T waarop het materiaal "verhardt". Zo worden onderscheiden sinterprocessen ($T > 900$ °C), hydrothermische processen ($100 < T < 250$ °C) en koudgebonden processen ($10 < T < 100$ °C). Aldus kan een overzicht worden gegeven van drie kunstmatige granulaten naar type verhardingsproces en toegepaste grondstoffen:

- > kunstpuin koudgebonden vervaardigd uit vliegashoudstof, kalk, gips en cement;
- > Lytag sinterband, vervaardigd uit vliegashoudstof (100%);
- > Aardelite (gepelleteerd vliegashoudstofconglomeraat) koudgebonden, vervaardigd uit vliegashoudstof (60%), kalk, zand en hulpstof.

Kunstpuin bestaat uit brokken materiaal, die vervolgens worden gebroken. Lytag en Aardelite worden geleverd in diverse sorteringen bijvoorbeeld 0,5/3 mm, 15/30 mm.

Voor zover bekend wordt momenteel slechts Lytag en Aardelite geproduceerd en is er voor kunstpuin tot nu toe alleen sprake geweest van onderzoek.

Geëxpandeerde kleikorrels zijn steenachtig, rond of gebroken en vertonen een stroef oppervlak. Ze bestaan uit een roodbruine microporeuze schaal en een zwarte kern met celvormige structuur. Geëxpandeerde kleikorrels zijn leverbaar in twee sorteringen namelijk 0/4 mm en 8/16 mm.

Toepassingsgebied

Kunstmatige granulaten worden nog niet toegepast als oeverbeschermingsmateriaal. Mogelijk zijn er voor kunstpuin toepassingen als vervanging van fijne breuksteen en mijnsteen. Lytag en Aardelite voornamelijk als vervanging van grof zand en grind.

Potentiële toepassingen zijn:

- > toplaag (kunstpuin);
- > filterlaag;
- > kernmateriaal;
- > aanvulmateriaal achter damwanden.

Doordat de dichtheid lager is dan die van water worden geëxpandeerde kleikorrels nog niet toegepast als oeverbeschermingsmateriaal. Het wordt wel gebruikt als licht aanvullingsmateriaal achter bijvoorbeeld damwandconstructies.

Constructieve aspecten

Toepassing als kernmateriaal hangt af van de hoek van inwendige wrijving en de cohesie. Hierover zijn momenteel nog geen gegevens bekend zijn.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid korrel: kunstpuin 1.270–1.540 kg/m³, Lytag 840 kg/m³, Aardelite 990 kg/m³, beide los gestort, kleikorrels 330 kg/m³ (sortering 0/4 mm) en 650 kg/m³ (sortering 8/16) los gestort.
- > Vorm: kunstpuin "blokken en brokken", Lytag, Aardelite en kleikorrels bolvormig of gebroken.
- > Sterkte statisch: kunstpuin verbrijzelingsfactor 0,55–0,73 (afhankelijk van bindmiddel), Lytag 0,8, Aardelite 0,75.
- > Elasticiteitsmodulus: kleikorrels $E = 20 \text{ N/mm}^2$.
- > Interne wrijvingshoek: kleikorrels $\phi = 35^\circ$.
- > Duurzaamheid: Lytag en kleikorrels vorstbestendig, Aardelite vorst-onbestendig.
- > Cohesie kleikorrels 0. Cohesie wordt bepaald door waterfilm maar deze ontbreekt bij geëxpandeerde kleikorrels.

Milieu-aspecten

Bij kunstpuin wordt de mobiliteit van de aanwezige milieubezwaarlijke stoffen verminderd. Beschrijving van de milieu-aspecten van Lytag en Aardelite is vanwege een gebrek aan onderzoeks- en praktijkervaring niet mogelijk. Verder onderzoek naar het uitloggedrag van kunstmatige granulaten is noodzakelijk.

De uitloging van geëxpandeerde kleikorrels valt binnen de normen van het Bouwstoffenbesluit. Het sinterproces, waarin de granulaten en kleikorrels worden gevormd, wordt ook toegepast bij de thermische reiniging en thermische immobilisatie van afvalstoffen. Bij dit proces verbranden de organische verontreinigingen, maar blijven de anorganische verbindingen inclusief de metalen aanwezig. Bij thermische immobilisatie wordt de temperatuur zo hoog dat verglazing optreedt.

Ecologische aspecten

De mogelijkheden van kunstmatige granulaten voor natuurontwikkeling lijken beperkt. Praktijkervaring en onderzoek zijn noodzakelijk voor een betere beoordeling van de ecologische aspecten.

Verzadigd met water kunnen zich bij geëxpandeerde kleikorrels na opslibbing op den duur planten vestigen. Er kunnen zich wel direct enige soorten macrofauna vestigen.

Uitvoering

Geëxpandeerde kleikorrels worden afgedekt met zwaarder materiaal. Onder de constructie wordt in het algemeen een geotextiel toegepast. Dit is echter een traditie die meer en meer vervalst. Wel worden deze kleikorrels gebruikt om geotextielen zakken te vullen.

Bij de dimensionering en uitvoering dient rekening te worden gehouden met het gevaar voor opdrijving.

Beheer en onderhoud

Geen ervaring aanwezig met kunstmatige granulaten. Geëxpandeerde kleikorrels behoeven na uitvoering geen onderhoud. Indien er toch schade ontstaat kan deze hersteld worden door middel van het aanvullen van materiaal.

Conclusies voor gebruik in oevers

Wat betreft de kunstmatige granulaten lijken vooral Lytag en Aardelite bruikbaar ter vervanging van grind. De mogelijkheden voor natuurontwikkeling zijn nog onbekend. Kunstpuin is op zich een bruikbaar materiaal, echter voorlopig te duur. Mogelijkheden voor natuurontwikkeling zijn beperkt.

Kleikorrels zijn geschikt als licht aanvullingsmateriaal achter damwanden. Met water verzadigd en na opslibbing zijn er enige mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Geen.

Literatuur

- > CUR, Toepassing van alternatieve materialen in de waterbouw, Literatuurstudie, CUR-rapport 89-1, Gouda, 1989.
- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > Rijkswaterstaat RIZA, Adviesbureau Interproject. Thermische reiniging van baggerspecie, Den Haag, rapport 522R109, 1991.

4.21 BLOKKENMAT

Definitie

Een blokkenmat is een nagenoeg rechthoekige matconstructie van (gras)betontegels of blokken, die met behulp van een kunststoffilterdoek, kunststofpennen of met kabels met elkaar verbonden zijn.

Nadere informatie

Uitgaande van het verschil in productiemethode kunnen drie matten worden onderscheiden:

1. kabelmat: betonblokkenmat waarbij de betonblokken door middel van kabels met elkaar zijn verbonden;
2. penne-mat: betonblokkenmat, waarbij de betonblokken door middel van pennen aan een drager zijn verbonden;
3. verlijmde mat: betonblokkenmat waarbij de betonblokken door middel van een lijmverbinding aan een drager zijn verbonden.

De matten worden op een drager bevestigd. Deze drager kan bestaan uit een geotextiel of een ander kunststofproduct.

Wanneer een geotextiel wordt toegepast, dient dit aan minimaal twee zijden buiten de mat uit te steken. Dit om de vereiste overlappen van ten minste 0,5 m mogelijk te maken en ten behoeve van de verankering. Verankering van grastegelmatten kan ook geschieden met behulp van perkoenpalen door de grastegel-openingen. Het type mat kan, afhankelijk van de functionele eisen meer of minder open zijn. Bij het gebruik als doorgroeiconstructie moet het percentage open ruimte minstens 25% zijn en tevens moet er wortel-contact zijn met de ondergrond (geen of een doorgroeibaar geotextiel toepassen, zie geotextiel).

Toepassingsgebied

Blokkenmatten kunnen in vrijwel alle situaties als bodem- en oeverbescherming worden gebruikt en wordt bepaald door de golfbelasting op de mat met de grootste blokken.

Constructieve aspecten

Grasbetontegel- of betonblokkenmatten kunnen op het werk worden pasgezaagd en goed in bochten of spieën worden toegepast. De matten worden verwerkt met een eenzijdige ophanging en een lichte eenzijdige hijsbalk. Onder water worden de matten vaak over elkaar gelegd in de bochtgedeelten. In ruimte tussen de blokken kan worden voorzien (kabelmatten daarentegen kunnen niet worden gezaagd). Bij toepassing moet de onderliggende oever vlak zijn afgewerkt.

Materiaalkundige aspecten

- > Massa: 100–350 kg/m² (matoppervlakte).
- > Vorm blok: diverse blokvormen, soms met interlock-profiel; afhankelijk van fabrikaat; hoogte variabel van 0,075 tot 0,25 m.
- > Waterdoorlatendheid: afhankelijk van percentage open ruimte en, indien toegepast, geotextiel.
- > Duurzaamheid: De grasbetontegels functioneren minstens 15 jaar.

Milieu-aspecten

De milieu-aspecten van winning en productie hangen vooral af van de gebruikte toeslagmaterialen. Hierbij gaat het veelal om beperkt winbare, natuurlijke grondstoffen (zand, grind, kalksteen). Het overheidsbeleid is erop gericht om de ontgraving van mergel in Limburg, nodig voor de bereiding van cement, te beperken vanwege de effecten op natuur en landschap. In plaats van grind kunnen ook niet-verontreinigde steenachtige reststoffen worden gebruikt.

De blokkenmat biedt een kunstmatige aanblik. Echter, indien de grastegelmat goed ingezaaid wordt bieden ze reeds na één groeiseizoen een groene aanblik.

Ecologische aspecten

De begroeiing van een blokkenmat kan boven de waterlijn goed zijn. Het betreft voornamelijk akker- en ruigtekruiden. Een begroeiing met houtige gewassen als zwarte els en grauwe wilg is, afhankelijk van het beheer, op den duur mogelijk. Voor aantasting van de bekleding door bomen en struiken dient echter gewaakt te worden. Opslibbing van de openingen met substraat biedt oeverplanten vestigingsmogelijkheden. Soorten als riet, liesgras en kalmoes kunnen voorkomen. Inzaai van een grasmengsel kan zowel met als zonder aangebrachte grond tot een dichte grasmat leiden. De doorgroeibaarheid is afhankelijk van de grootte van de gaten in de mat, de zwaarte van het onderliggende geotextiel en van de mate van waterbeweging (onder de waterlijn).

Onder de waterlijn is de begroeiing als gevolg van uitspoeling, vooral in zoet water, aanzienlijk minder. In zout water biedt de mat mogelijkheden voor een begroeiing met wieren. Een blokkenmatten biedt (aquatische) macrofauna, zoals de driehoeksmossel, vestigingskansen. Deze mogelijkheden zijn echter beperkt vanwege het ontbreken van een onregelmatige structuur met allerlei ruimtes om weg te kunnen kruipen. Begroeid kunnen de oevers ook interessant zijn voor vogels en insecten.

Uitvoering

Om oplichten en afschuiven van de constructie te voorkomen moet de bovenzijde van het weefsel goed worden verankerd; de teen is veelal zonder verankering stabiel. De verankering kan gebeuren door de overlap aan de bovenzijde in te graven en/of perkoenpalen door de grastegels aan de bovenzijde te slaan. De overlap bestaat uit, bijvoorbeeld 1 meter breed weefsel zonder elementen, waarop de volgende mat wordt gelegd.

Deze strook weefsel dient tijdens het leggen door middel van uithouders te worden vastgehouden. Kabelmatten kunnen met bijvoorbeeld schroefankers vastgezet worden.

Beheer en onderhoud

Reparatie is moeilijk evenals het tussenvoegen van een nieuwe mat. Bij goede dimensionering is het onderhoud gering. In geval van bezwijken wordt de mat vervangen.

Conclusies voor gebruik in oevers

De blokkenmat is goed bruikbaar als oever- en bodembescherming. Bij dichtslibben boven de waterlijn bieden blokkenmatten, mits voldoende doorgroeibaar, mogelijkheden voor natuurontwikkeling. In zoutwater biedt het materiaal in de getijdezone goede mogelijkheden voor begroeiing met wieren.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

Literatuur

- > CUR, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen. CUR-publicatie 155, Gouda, 1992.
- > DWW Wijzer 35, Blokkenmatten in oevers, uitgave 1992.
- > Verkade, G.J., G. Veenbaas, en J.M. Reitsema, 1992. Begroeiing van blokkenmatten. Waterschapsbelangen nr. 16, 1992.
- > Vries, C. de, Toepassing van betonblokkenmatten in de praktijk, Beton in de waterbouw. Vereniging Nederlandse Cementindustrie (VNC), 's Hertogenbosch, 1989.

4.22 BETONELEMENTEN

Definitie

Elementen vervaardigd uit cementbeton. Cementbeton is een mengsel van grof en fijn toeslagmateriaal, cement, water en eventueel hulp- en/of vulstoffen.

Nadere informatie

De in Nederland meest voorkomende cementbetonnen bekledingen van oevers en dijkbekledingen bestaan uit blok- en zuilvormige elementen. Zuilvormige elementen worden echter het meest gebruikt. Daarnaast komen ook dichte en open tegelvormige elementen, zoals grasbetontegels, voor. Al deze elementen worden hier behandeld.

Betonplaten worden in Nederland niet of nauwelijks toegepast. Plaatvormige gewapende betonelementen worden toegepast als damwandplanken. De blokken en zuilen kunnen uit esthetische- en ecologische overwegingen aan de bovenzijde worden voorzien van een uitgewassen lava- of kalksteenlaag. Ook kan een toplaag van basaltsplit worden toegepast (minder ecologische waarde). De zuilvormige elementen kunnen regelmatig of onregelmatig van vorm zijn.

Grasbetontegels zijn tegelvormige betonelementen voorzien van regelmatig verdeelde vierkante openingen.

Toepassingsgebied

De blok- en zuilvormige elementen kunnen uitsluitend in den droge worden aangebracht en vinden voornamelijk toepassing als zee- en rivierdijkbekleding.

De grasbetontegels worden toegepast als overgang van een harde oeververdediging naar een grastalud, boven de (hoog)waterlijn. Daaronder alleen geschikt wanneer gefixeerd door middel van kunststofpennen op een kunststoffilterdoek (geotextiel).

Constructieve aspecten

De bekleding kan gesloten of open zijn, afhankelijk van de zetting en vorm van de elementen. De elementen worden gewoonlijk uitgevoerd in grindbeton. Indien een hoger stukgewicht moet worden verkregen kunnen zwaardere toeslagstoffen worden toegevoegd als ijzerertsen, magnetiet en hematiet. Er bestaan blokvormige elementen met een interlock-profiel, waardoor individuele blokken moeilijker uit de zetting kunnen worden gelicht.

De zuilvormige elementen ontleen een deel van hun sterkte als bekledingsmateriaal, naast het eigen gewicht, aan de tapse vorm en het gebroken inwas- en voegmateriaal dat voor de onderlinge wrijving, interlocking, zorg draagt. Het percentage aan openingen verbetert de waterdoorlatendheid.

Diverse bloktypen zijn uitgerust met golfoplooppremmende verhogingen of verdiepingen.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: 2.200–2.900 kg/m³, afhankelijk van het gebruikte toeslagmateriaal.
- > Vorm: volgens te stellen eisen.
- > Afmetingen: hoogte: blok variabel van 0,15 tot 0,50 m; zuil variabel van 0,15 tot 0,50 m; tegel variabel van 0,10 tot 0,15 m.
- > Druksterkte statisch blok en zuil: 60 N/mm².
- > Elasticiteitsmodulus blok en zuil: $E_{\text{beton}} = 4 \cdot 10^4 \text{ N/mm}^2$.
- > Waterdoorlatendheid element: waterindringing < 3 cm.
- > Duurzaamheid: groot. Beton gebruikt in dijkbekledingen moet, om schade door mechanische, fysische of chemische invloeden te beperken, ten minste voldoen aan een in de betonvoorschriften gedefinieerde kwaliteit B30 en milieuklasse 2. Bij toepassing in zout water moet Hoogovencement worden toegepast.

De kwaliteitseisen moeten voldoen overeenkomstig KOMO nr. K11762, beoordelingsrichtlijn gloopings-elementen, waarin eisen worden gesteld ten aanzien van onder andere druksterkte, dichtheid en wateropname.

Milieu-aspecten

De milieu-aspecten van winning en productie hangen vooral af van de gebruikte toeslagmaterialen. Hierbij gaat het veelal om beperkt winbare, natuurlijke grondstoffen zoals zand, grind en mergel. Het overheidsbeleid is erop gericht om de ontgraving van mergel in Limburg, nodig voor de bereiding van cement te beperken vanwege de effecten op natuur en landschap. In plaats van grind kunnen bij voorkeur, ook niet verontreinigde reststoffen worden gebruikt.

De regelmatig gezette elementen geven een vlak en strak oeverbeeld. Afhankelijk van de vorm kan begroeiing de elementen aan het gezicht onttrekken, wat bijvoorbeeld het geval is bij grasbetontegels.

Bij wijze van proef wordt het immobilisaat van verontreinigd baggerspecie als toeslagmateriaal in gloopings-elementen toegepast.

Ecologische aspecten

Beton biedt vanwege het gladde oppervlak nauwelijks begroeiingsmogelijkheden. Door de gelijkvormigheid ontbreken er veelal openingen tussen de elementen, waardoor de doorgroeibaarheid minimaal is. Elementen die ruw en poreus zijn of elementen waartussen zich ruimte bevindt, bieden meer vestigingskansen.

De vestigingsmogelijkheden voor dieren (macrofauna) zijn bij een dergelijke ruwe, open bekleding groter dan bij gladde, geheel gesloten en aansluitende elementen. Vooral in zoute milieus zijn er in de getijdezone goede mogelijkheden voor begroeiing.

Uitvoering

Vanwege de gelijkmatige setvorm en de grote maatnauwkeurigheid is dit type bekleding geschikt om, weliswaar met het nodige vakmanschap, op machinale wijze te worden aangebracht. Bij bekledingen met grote voegen is het noodzakelijk de voegen met grote zorg te vullen, bijvoorbeeld met steenslag, zodat een onwrikbaar en toch open oppervlak ontstaat. Problemen kunnen zich bij het zetten voordoen, wanneer de nog niet met grof granulair materiaal gevulde openingen volstuiven met zand.

Beheer en onderhoud

Bestaat hoofdzakelijk uit het eventueel bijvullen van inwasmateriaal. Kleine schade door verzakking moet spoedig gerepareerd worden om grote schade te voorkomen.

Conclusies voor gebruik in oevers

Betonelementen zijn goed bruikbaar als bescherming van zee- en rivierdijken. In het algemeen zijn er nauwelijks mogelijkheden voor natuurontwikkeling, tenzij er open ruimten voorkomen. In zout water biedt het materiaal in de getijdezone goede mogelijkheden voor begroeiing met wieren.

Zuilen daarentegen geven goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Flora en fauna kunnen zich tussen en op de zuilen vestigen. Een toplaag van uitgewassen lavasteen verhoogt de ecologische waarde.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

NEN 7024 Gloopingselementen van beton. Richtlijn BRL 9080

KOMO nr. K11762 beoordelingsrichtlijn gloopingselementen.

Literatuur

- > CUR, Handboek voor dimensionering van gezette taludbekledingen. CUR-publicatie 155, Gouda, 1992.
- > DWW Wijzer 34, Betonelementen in de waterbouw, uitgave 1992.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad cementbetonnen dijkbekledingen. CUR-publicatie 119, VB, Gouda, 1984.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen. TAW, VNC, VBW-Asfalt, Delft 1988.
- > Vereniging Nederlands Cementindustrie (VNC), Betonnen Dijk- en Oeverbekledingen, 's Hertogenbosch, 1987.

4.23 ZANDCEMENTBLOKKEN

Definitie

Zandcementblokken zijn blokken van zand die gestabiliseerd zijn door binding met cement.

Nadere informatie

Zandcementsteen kan op twee manieren worden gefabriceerd:

- > mixed in plant;
- > mixed in place;
- > geprefabriceerde blokkenmat op doorgroeibaar geotextiel.

Bij de mixed in plantmethode worden zand, cement en water in een vast opgestelde mengmachine gemengd, waarna het mengsel, ter nadere bewerking (zie mixed in placemethode), naar een speciaal daartoe ingericht terrein wordt getransporteerd.

Bij de mixed in placemethode wordt op een geschikt terrein het te stabiliseren zand uitgespreid en geëgaliseerd. Op het zand wordt de benodigde hoeveelheid cement uitgestrooid, waarna dit eventueel onder toevoeging van water door het zand wordt gefreesd. Na het mengen wordt het zandcement verdicht.

Vervolgens wordt de laag zandcement in blokken van gewenste afmetingen gesneden. Verdichten en snijden dienen gereed te zijn vóórdat de binding van het cement begint. Na een verhardingstijd van minimaal 28 dagen kunnen de zandcementblokken worden opgenomen voor gebruik. Door verandering van samenstelling en de wijze van fabricage zijn de materiaaleigenschappen beïnvloedbaar.

De blokkenmat met onderliggend geotextiel wordt in één stuk op het werk aangeleverd.

Toepassingsgebied

Zandcementsteen is in Nederland op bescheiden schaal toegepast als alternatief voor breuksteen. Afhankelijk van de samenstelling, ligging boven of onder water en belasting kan het materiaal degenereren, waarbij alleen zand overblijft. Hierdoor is het geschikt als tijdelijke oeverbescherming. De natuurlijke begroeiing neemt dan na een aantal jaren de verdedigende functie van de tijdelijke verdediging over. Door het cementgehalte te verhogen wordt een hoge duurzaamheid bereikt.

Constructieve aspecten

Weerstand tegen golfaanval en stroming afhankelijk van samenstelling en fabricage. De blokkenmat op een geotextiel kan een maximale golfaanval van 30 cm weerstaan.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: $> 2.000 \text{ kg/m}^3$.
- > Vorm: kubisch, ruw.
- > Afmetingen: blokken kunnen in diverse afmetingen worden gesneden.
- > Sterkte: het materiaal is relatief zwak en breukgevoelig.
- > Duurzaamheid: onder laboratoriumomstandigheden afhankelijk van toegepast percentage cement, welke varieert van 5 tot 10, slecht bestand tegen vorst-dooi wisselingen. Onder praktijkomstandigheden is deze slechte bestandheid niet precies vastgesteld. Bij de toepassing van zandcementblokken als tijdelijke oeeververdediging wordt ca. 5% cement gebruikt.

Milieu-aspecten

Vanuit milieuhygiënisch oogpunt is zand in principe een onverdacht materiaal. Afhankelijk van herkomst kunnen echter zouten en diverse verontreinigingen worden aangetroffen.

Het overheidsbeleid is erop gericht om de ontgraving van mergel in Limburg, nodig voor de bereiding van cement te beperken, vanwege de effecten op natuur en landschap. Door degeneratie van het materiaal komt cement in het water terecht. Onbekend is wat de mogelijke effecten hiervan op het watersysteem zijn. Een oeverconstructie van zandcementblokken oogt kunstmatig. Begroeiing kan op den duur, na degeneratie, het beeld gaan bepalen. Bij toepassing als tijdelijke oeverbescherming verdwijnt de constructie, afhankelijk van de samenstelling, na een aantal jaren. Dit betreft vooral het deel nabij de waterlijn en erboven.

Ecologische aspecten

Door de ruwheid en porositeit is begroeiing onder water mogelijk met wieren. Doordat zandcementblokken zachter en poreuzer zijn dan bijvoorbeeld natuursteen en breuksteen zijn er op en tussen de blokken redelijke begroeiingsmogelijkheden voor grassen, ruigtekruiden en oeverplanten als riet en liesgras. De mate waarin is mede afhankelijk van aanslibbing en de samenstelling van het (eventueel) onderliggende geotextiel.

Uitvoering

Lichtere sorteringen kunnen met poliepgrijpers, steenstorters of splijtbakken worden gestort. Zwaardere sorteringen dienen met behulp van bijvoorbeeld een kraan voorzien van een poliepgrijper op hun plaats te worden gebracht. Door de grotere breukgevoeligheid dient plaatsing voorzichtiger te gebeuren dan bijvoorbeeld bij breuksteen. Afhankelijk van de wijze van overslag en verwerking zal in het algemeen een zekere mate van verbrijzeling optreden.

Beheer en onderhoud

Regelmatige inspecties moeten uitsluitsel geven over de aanwezigheid van eventuele schadebeelden. Onderhoud vindt in principe plaats door middel van het bijstorten van materiaal.

Conclusies voor gebruik

Zandcementsteen is goed bruikbaar als tijdelijke oeverbescherming. Het materiaal biedt enige mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Geen.

Literatuur

- > CUR, Zandcementsteen in de waterbouw, demonstratieproject, CUR-rapport 89-7, Gouda, 1989.
- > CUR, CROW en NNI, Definities en toepassingen van steenachtige bouwstoffen. Stand van zaken. CUR-rapport 92-11, Gouda, 1992.
- > DWW Wijzer 31, Zandcementblokken in oevers, uitgave 1992.
- > Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Zandcementsteen als tijdelijke oeververdediging, proefproject; rapport nr. MAOR-92014, Delft, 1992.

4.24 COLLOÏDAALBETON, OPEN EN DICHT (PENETRATIEMORTEL)

Definitie

Beton waaraan colloïden (lijmachtige stoffen) zijn toegevoegd staat bekend als colloïdaal beton. Penetratiemortel is een mengsel dat bestaat uit zand, cement, toeslagmateriaal, water en eventueel hulp- of vulstoffen.

Nadere informatie

De samenstelling van colloïdaal beton komt vrijwel overeen met die van normale cementbetonspecie. De hulpstoffen die worden gebruikt om betonspecie de colloïde eigenschap te geven, bestaan in hoofdzaak uit hoogwaardige natuurlijke polymeren. Toevoeging van deze hulpstoffen voorkomt in hoge mate uitspoeling van cement, fijne delen en ontmenging; hierin verschilt het van gewone penetratiemortel. Colloïdaalbeton kan dan ook, zonder ingewikkelde storttechnieken, onder water worden aangebracht. Twee hoofdtypen colloïdaal beton worden onderscheiden, namelijk open en dicht colloïdaal beton. Het dichte type is niet waterdoorlatend, het open wel. Het open type is vervaardigd met behulp van geselecteerde toeslagfracties, waarbij de zandfractie nagenoeg ontbreekt. De colloïdale hulpstof is verantwoordelijk voor het open blijven van de beton in de speciefase. De grofheid van de toeslagmaterialen en de consistentie van dicht colloïdaal beton en penetratiemortel zijn afhankelijk van de dimensies van de steen.

Toepassingsgebied

Bij het realiseren van oeverbeschermingsconstructies in colloïdaal beton (ook onder water aan te brengen) of penetratiemortel zijn in principe twee mogelijke oplossingen denkbaar:

- > met dicht colloïdaal beton als penetratiemortel gepenetreerde breuksteenconstructie. Enerzijds kunnen bestaande instabiele breuksteenconstructies worden gefixeerd, anderzijds levert toepassing bij de aanleg materiaalbesparing op;
- > monoliete plaatvormige constructie van open colloïdaal beton. Deze heeft het karakter van een waterdoorlatende, en desgewenst enigszins doorgroeibare, doorgaande plaatbekleding en wordt in Nederland tot nog toe weinig toegepast. De toepassing van open colloïdaal beton biedt hiertoe echter als natuurvriendelijke oever nieuwe mogelijkheden.

Constructieve aspecten

Afhankelijk van de omstandigheden wordt open colloïdaal beton als penetratiemortel, dan wel dicht colloïdaalbeton als doorgaande plaatbekleding toegepast. Bij patroonpenetratie wordt breuksteen verlijmd tot grotere eenheden, waardoor grotere hydraulische belastingen zonder schade kunnen worden opgenomen. Er kan worden volstaan met een lagere massa breuksteen per m² oever. De constructie behoudt haar flexibiliteit en blijft open waardoor wateroverdrukken niet of in geringe mate ontstaan. Na "vol en zat" penetratie van een oeverbekleding van breuksteen met dicht colloïdaal beton of penetratiemortel ontstaat een stijvere constructie die bij grote zettingsverschillen kan scheuren. Constructief heeft dit geen consequenties. Bij open colloïdaal beton kan afhankelijk van de omstandigheden de open structuur binnen korte tijd dichtslibben.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: 2.250 kg/m³ (dicht), ca. 1.900 kg/m³ (open).
- > Vorm specie: vloeibaar (dicht), stijf (open).

- > Zetmaat specie: 100–220 mm (dicht), gering (open).
- > Statische druksterkte: 28 dagen > 10–35 N/mm² (dicht), 7,5–20 N/mm² (open), onder andere afhankelijk van de grofheid van het toeslagmateriaal.
- > Elasticiteit: 10–20% geringer dan die van normaal beton (dicht), elasticiteitsmodulus 1,4.10⁴–N/mm² (open), afhankelijk van de grofheid van het toeslagmateriaal.
- > Waterdoorlatendheid: dichte mortel is waterondoorlatend; open mortel is waterdoorlatend (als grind).
- > Duurzaamheid: als normaal beton.

De specie van colloïdaal beton moet aan de volgende eisen voldoen:

- > de zetmaat van colloïdaal betonspecie met gesloten structuur moet ten minste 160 mm bedragen;
- > de uitspoeling van colloïdaal betonspecie mag niet groter zijn dan 5% (m/m);
- > het luchtgehalte van dichte colloïdaal betonspecie met gesloten structuur mag niet meer dan 5% bedragen.

Milieu-aspecten

De milieu-aspecten van winning en productie hangen vooral af van de gebruikte toeslagmaterialen. Hierbij gaat het veelal om beperkt winbare, natuurlijke grondstoffen zoals zand, grind en mergel. Het overheids-beleid is erop gericht om de ontgraving van mergel in Limburg, nodig voor de productie van cement te beperken, vanwege de effecten op het milieu. Daarom genieten mergelarme cementsoorten als Hoogovencement uit milieuoogpunt de voorkeur. Vanuit milieuhygiënisch oogpunt zijn zand en grind in principe onverdachte materialen. Afhankelijk van herkomst kunnen echter zouten en diverse veront-reinigingen worden aangetroffen.

Een oever van colloïdaal beton geeft een harde oever. Bij open colloïdaal beton kan begroeiing ten dele het oeverbeeld gaan bepalen. Indien een begroeibare toplaag wordt aangebracht, zal het materiaal in het geheel niet meer zichtbaar zijn.

Ecologische aspecten

Dicht colloïdaal beton biedt vanwege het ontbreken van enige holle ruimte hoegenaamd geen vestigings-mogelijkheden voor planten en dieren. Het oppervlak biedt enige aangroeimogelijkheden.

Boven de waterlijn biedt open colloïdaal beton begroeiingsmogelijkheden, vooral nadat aanslibbing heeft plaatsgevonden. Het betreft voornamelijk grassen, lage kruiden en ruigtesoorten. Door het aanbrengen van een voldoende dikke toplaag kan op de droge oever een (hoge) vegetatie worden verkregen. In zoute milieus is onder de waterlijn aangroei mogelijk.

Uitvoering

Om de specie in het werk te krijgen komen de volgende uitvoeringswijzen, afhankelijk van het toepassings-gebied, in aanmerking: gebruik van lamellenschap, betonpomp (niet geschikt voor open colloïdaal beton), direct storten, stortkubel, speciale doseerinrichtingen, hydraulische kraan. Bij penetratie is een zorgvuldige afstemming van mengselopbouw en vloeigedrag van de betonspecie op het aanwezige breuksteenpakket en de taludhelling zeer belangrijk. Een goede penetratie van breuksteen 5/40 kg wordt verkregen door toepassing van dicht colloïdaal beton met grind met een maximale korreldiameter van 16 mm; bij breuksteen 10/60 kg is dit 32 mm.

Bij open colloïdaal beton is de maximale taludhelling tijdens de uitvoering 1:2. Ruwafwerking is mogelijk zodat vestiging van planten wordt bevorderd. Het is raadzaam om het beton na het aanbrengen, zeker in de getijzone, met een landbouwrol af te rollen. Het materiaal heeft direct na aanleg een geringe sterkte. Men moet dus voorkomen dat de bekleding direct na aanleg door golven wordt belast. Dit kan voorkomen worden door een ponton voor de oever af te meren.

Bij een lucht- of watertemperatuur lager dan 5°C mag boven respectievelijk onder water geen colloïdaal beton worden verwerkt. Bij temperaturen tussen de 5 en 15°C zijn betontechnologische maatregelen nodig, zoals bijvoorbeeld: het mengsel aanpassen, versneller gebruiken, vooraf mineraal verwarmen, het juist aangebrachte talud afdekken. Bij toepassing van colloïdaal beton in monoliete plaatvormige constructies dient speciale aandacht te worden besteed aan aansluitingen op andere constructies en dag- en stortnaden. Overgangsconstructies en dagnaden dienen schoon te zijn en kunnen worden aangebrand met een colloïdale cementpasta.

Beheer en onderhoud

Onderhoud is gering en vindt plaats door plaatselijk opnieuw te penetreren/storten conform aanleg. Het verdient aanbeveling de overgangsconstructies en naden periodiek te controleren en eventueel te repareren met colloïdale cementpasta.

Conclusies voor gebruik in oevers

Colloïdaalbeton als penetratiemortel of als plaatbekleding zijn bruikbare oeverbeschermingsmaterialen. Bij het aanbrengen onder water heeft het gebruik van colloïdaal beton duidelijk voordelen. Als toeslagmateriaal voor beton gaat voorkeur uit naar niet-verontreinigde reststoffen. Onder water is in zoute milieus aangroei mogelijk.

Na opslibbing heeft vooral open colloïdaal beton enige (beperkte) mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

CUR-Aanbeveling 18. Colloïdaal beton, Gouda 1990.

Literatuur

- > CUR, Colloïdaal beton in de waterbouw, demonstratieproject, CUR-rapport 87-2, Gouda, 1987.
- > CUR, Cementbetonnen plaatbekledingen op dijken, Civiele techniek NR. 4, Gouda 1990.
- > CUR, Plaatbekleding van open colloïdaal beton. Proefproject Waalbandijk Ochten, CUR-rapport 92-3, Gouda, 1992.
- > CUR, Dichte plaatbekleding. Breuksteen gepenetreerd met colloïdaal beton. Proefproject Opijnen, CUR-rapport 92-4, Gouda, 1992.
- > CUR, Plaatbekleding van open colloïdaal beton. Proefproject IJsselmeerdijk, Noordoostpolder, CUR-rapport 92-5, Gouda, 1992.
- > Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, E. Ivens, Vegetatieontwikkeling op een plaatbekleding van open colloïdaal beton. Proefproject Waalbandijk Ochten. Notitie W-DWW-92-719, Delft, 1992.
- > Waardenburg, A.J.M. Meijer. Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdezone van de Oosterschelde: aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen op aangepaste en nieuw aangelegde dijkvlooiingen in de getijdezone van de Oosterschelde (resultaten inventarisatie 1988 t/m 1990), 1991.

4.25 GLASVEZEL VERSTERKT CEMENT

Definitie

Glasvezel versterkt cement is een cementgebonden materiaal versterkt met een combinatie van gesneden glasvezels en doorlopende glasvezeldraden.

Nadere informatie

Tijdens het productieproces van glasvezel versterkt cement worden de losse glasvezeltjes van ca. 25 mm toegevoegd aan de cementplaten. Tevens worden in de lengterichting van de platen doorlopende glasvezeldraden toegevoegd als wapening.

Toepassingsgebied

Glasvezelcement wordt toegepast voor lichte en middelzware oeverbescherming langs singels, vijvers en watergangen.

Constructieve eigenschappen

Glasvezelcement beschoeiing kan onderverdeeld worden in schoeidelen en schoeiwanden. De schoeidelen worden toegepast bij een kerende hoogte tot één meter. De schoeiwanden worden toegepast bij een kerende hoogte tot twee meter. De schoeidelen worden met verzinkte slotbouten of schroeven bevestigd aan palen. De schoeiwanden hebben de vorm van een golfplaat. Door deze vorm kan de schoeiwand grotere krachten opnemen. De wanden worden met verzinkte slotbouten of schroeven bevestigd aan palen. Een schoeiwand kan eventueel zonder palen en gordingsconstructie geplaatst worden.

Materiaalkundige aspecten

- > Volumieke massa: 2.000 kg/m³.
- > Vorm: golfplaat of recht element.
- > Slagvastheid: 20 N/mm².
- > Buigsterkte:schoeideel 12 N/mm², schoeiwand 19 N/mm².
- > Elasticiteitsmodulus: 15.000–25.000 N/mm².
- > duurzaamheid: zeer groot.

Milieu-aspecten

Voor de productie van glasvezelcement worden cement, zand en glasvezel gebruikt. De winning van de benodigde grondstoffen (mergel en zand) hebben nadelige landschappelijke gevolgen. Herinrichting is gewenst.

Tijdens de productie komen relatief kleine hoeveelheden stof, fluor en zware metalen vrij. Tijdens het gebruik van glasvezelcement kunnen geringe hoeveelheden stoffen uitlogen. In de levenscyclus van de glasvezelcementbeschoeiing ontstaan enige afvalstoffen. Glasvezel versterkt cement vertoont, naast recycled kunststof en niet verduurzaamd hout een geringe milieubelasting. Na gebruik dient het glasvezelcement in het kader van het Stortverbod Afvalstoffen, afgevoerd te worden naar een breekinstallatie. 50% wordt hergebruikt in andere toepassingen en 50% wordt gerecycled.

Ecologische aspecten

Glasvezelcementen beschoeiingen geven een abrupte overgang van land naar water en belemmeren hierdoor de ontwikkeling van natuur. Dit kan beperkt worden door aanleg van een oever met plasberm of door aanleg van fauna-uitstapplaatsen.

Uitvoering

De palen worden in de grond gespoten of geslagen, hierna kunnen de schoeidelen in de ongeroerde grond gedrukt, getrild of gespoten worden. De schoeidelen worden met slotbouten of schroeven aan de palen bevestigd. Vervolgens moet de grond achter de beschoeiing aangevuld worden. Ter bescherming van de bovenkant van de schoeidelen, met name bij betreding tijdens perioden met vorst, is het aan te raden een deksloof van bijvoorbeeld hout toe te passen.

Beheer en onderhoud

Na plaatsing behoeft glasvezel versterkt cement geen beheer en onderhoud.

Conclusies voor gebruik in oevers

Glasvezelcement in een bruikbaar materiaal in oevers. Bij de winning van zand en mergel ontstaan negatieve effecten voor het landschap. Het materiaal biedt geen mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

BRL 2367 KOMO-productcertificaat voor GVC-elementen.

BRL 2366 KOMO-attest voor glasvezelcement beschoeiingsconstructies (mei 1995).

NEN 6740.

TGB 1990 basiseisen en belastingen.

Literatuur

> RIZA, 1997, Milieubeoordeling oeverbeschoeiingsmaterialen.

4.26 OPEN STEENASFALT/OPEN STEENASFALTMAT

Definitie

Open steenasfalt is een mengsel van mastiek (zand, vulstof en bitumen) en kalksteen in een zodanige verhouding dat een waterdoorlatend mengsel ontstaat.

Een open steenasfaltmat bestaat uit een kunststof(filter) waarop een laag open steenasfalt is aangebracht.

Nadere informatie

Open steenasfalt wordt bereid in een standaard asfaltmenginstallatie. De individuele stenen worden omhuld met een laag mastiek, zodat de stenen zich op de contactvlakken hechten. Vanwege de duurzame hechting wordt kalksteen toegepast. De samenstelling van de mastiek is bepalend voor de kwaliteit van het uiteindelijke mengsel. De juiste viscositeit van de mastiek tijdens het mengen en het verwerken zorgt ervoor dat de stenen homogeen worden omhuld met een voldoende dikke laag, zodat op de contactvlakken een optimale hechting ontstaat. Tevens zorgt de juiste viscositeit ervoor dat de mastiek homogeen verdeeld is over de

uiteindelijke laagdikte zodat de open structuur van het mengsel wordt gerealiseerd. Zie ook asfalt (paragraaf 4.27).

Een open steenasfaltmat wordt gemaakt in een bekisting op een vlakke ondergrond met een kraan of een spreidmachine.

Toepassingsgebied

Open steenasfalt vindt in situ aangebracht een toepassing als taludbescherming in de tijzone en hoger, en in de vorm van geprefabriceerde matten, als bodem- en taludbescherming, onder water.

Constructieve aspecten

De doorlatendheid van open steenasfalt is zo groot dat meestal een filter tussen ondergrond en open steenasfalt noodzakelijk is. Door de open structuur van het mengsel is verwerking en profilering onder water niet mogelijk. Voor de toepassing onder water wordt gebruik gemaakt van geprefabriceerde matten.

Open steenasfalt is goed in staat ontgroningen te volgen zonder verlies aan samenhang en sterkte.

De maximaal toelaatbare taludhelling is afhankelijk van de ondergrond; aangelegd is wel een talud van 1:2.

Materiaalkundige aspecten

- > Volumieke massa: open steenasfalt; 1.800–2.000 kg/m³.
- > Stijfheid: afhankelijk van samenstelling, temperatuur en duur belasting. Mengsel gedraagt zich visco-elastisch, dit betekent bij lage temperaturen en /of korte belastingstijden dat de elastische component overheerst. Bij langdurige belastingstijden en/of hoge temperaturen gedraagt het materiaal zich visceus.
- > Waterdoorlatendheid: zeer waterdoorlatend.
- > Duurzaamheid: gevoelig voor mechanische beschadiging (drijvend vuil, op- en afstromen, meegevoerde steen).

Zie geokunststoffen; geotextiel (paragraaf 4.30).

Milieu-aspecten

Bitumen is in beginsel een bijproduct van de raffinage van aardolie. De nadelige milieu-effecten van winning en bewerking van aardolie kunnen daarom ten dele worden toegerekend aan bitumen. Het toepassen van asfalt in waterbouwkundige constructies kent echter geen milieuproblemen. Het gehalte aan milieuverontreinigende bestanddelen is zo gering dat het voldoet aan de criteria voor categorie 1 bouwstoffen volgens het Bouwstoffenbesluit. Belangrijk is om in dit verband te wijzen op het verschil tussen bitumen en teer, beide donkerbruine tot zwarte bindmiddelen met een visceus karakter. Teer als bindmiddel wordt sinds 1991 in asfaltmengsels niet meer toegestaan vanwege het hoge gehalte aan PAK. Het gehalte aan PAK in bitumen is een factor 1.000 tot 10.000 lager dan in teer en heeft door eventuele uitloging geen nadelige gevolgen voor het milieu of gezondheid.

Ecologische aspecten

Op open steenasfalt kan zich boven de waterlijn na enkele jaren een vegetatie vestigen van grassen en kruiden. Afhankelijk van het beheer kunnen er zich ook struiken ontwikkelen. Kieming en vestiging van planten is mogelijk indien voorkomen wordt dat hoge temperaturen optreden aan het oppervlakte van de open steenasfalt. Opwarming door de zon kan worden voorkomen door opslibbing van de openingen met substraat. De mate van vestiging is verder afhankelijk van voldoende grote openingen, de constructievorm en

de belasting. Planten kunnen vanwege de open structuur door de bekledingslaag heen wortelen. Het ruwe oppervlak bevordert eveneens geschikte vestigingsplaatsen omdat dan eerder gronddeeltjes ingevangen worden. Een begroeiing met onder meer riet en biezten blijkt mogelijk indien op het ruwe oppervlak een laag grond wordt aangebracht. De openingen en het ruwe oppervlak kunnen een geschikt leefgebied vormen voor macrofauna.

Uitvoering

Open steenasfalt wordt in situ verwerkt met behulp van een hydraulische kraan. Hierbij wordt de laagdikte zoveel mogelijk in één werkgang aangebracht. De aangebrachte laag wordt daarna met de platte zijde van de bak aangedrukt of afgerold. Prefab matten voor toepassingen onder water of op de waterlijn zijn in een breed scala verkrijgbaar.

Beheer en onderhoud

Een belangrijke voorwaarde is dat de mat goed aanligt en blijft aanliggen op de ondergrond. Voor het beheer is het noodzakelijk te letten op schadebeelden die het functioneren van de bekleding of van de constructie in gevaar kunnen brengen. Daarbij dient met name gelet te worden op het ontstaan van naden die de grond-dichtheid bedreigen, vooral op overgangen naar andere bekledingen of tussen matten onderling. Naast het verhelpen van de eventuele schade is vooral van belang de oorzaak te achterhalen, waarbij vaak de ondergrond een belangrijke rol kan spelen. Als het om kleine reparaties gaat kan gebruik worden gemaakt van koude bitumineuze mengsels. Voor omvangrijkere reparaties is het aan te bevelen gebruik te maken van warm asfalt. Zolang de waterdoorlatendheid van de constructie en de aanblik niet in het geding is kunnen kleine reparaties ook uitgevoerd worden met mastiek. Zorg voor een goede hechting tussen nieuw en bestaand materiaal. Zie verder paragraaf 4.27.

Conclusies voor gebruik in oevers

Open steenasfalt is een bruikbaar materiaal dat in de vorm van geprefabriceerde matten onder water kan worden toegepast. Het biedt na dichtslibben of afstrooien met grond mogelijkheden voor begroeiing. Alternatieve constructievormen kunnen de begroeibaarheid verbeteren.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995, en suppletiebestand Rijkswaterstaat.

Literatuur

- > CUR, Toepassing van asfalt bij binnenwateren, CUR, VBW-asfalt, Benelux Bitume, CUR-publicatie 179, 1995.
- > Fliervoet L.M. Begroeiing van open steenasfalt (fixtone), als oever- en dijkbekleding. Landbouwuniversiteit Wageningen; adviesgroep Vegetatie-beheer, Wageningen, 1991.
- > Frissel, Y en Sprangers, H., Begroeiingsmogelijkheden van asfaltbekledingen, 1998.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Definities, toepassingsgebieden en milieuhygiënische aspecten van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/1).
- > Rijkswaterstaat Dienst Weg en Waterbouwkunde, Uitlooggedrag van (waterbouw-)asfalt, 1996.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw. TAW Delft, 1984.

- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad keuzemethodiek dijk- en oeverbekledingen. TAW, VNC, VBW-Asfalt, Delft 1988.
- > VBW-asfalt, Asfalt in de waterbouw, 1995.
- > Waardenburg, A.J.M. Meijer. Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdzone van de Oosterschelde: aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen op aangepaste en nieuw aangelegde dijkvlooiingen in de getijdzone van de Oosterschelde (resultaten inventarisatie 1988 t/m 1990), 1991.

4.27 ASFALT

Definitie

Asfalt is een verzamelnaam voor mengsels bestaande uit mineraal aggregaat en het bindmiddel bitumen. In sommige gevallen worden hulpstoffen toegevoegd, bijvoorbeeld vezels.

Nadere informatie

Het mineraalaggregaat is samengesteld uit steenslag en/of grind, zand en vulstof. Afhankelijk van de verhouding aggregaat/bitumen spreekt men van een ondervuld, een gevuld of een overvuld mengsel. Indien nodig kunnen toeslagstoffen (bijvoorbeeld afdruiptremmers) worden toegepast. Door variatie in samenstelling ontstaan waterdichte mengsels dan wel waterdoorlatende mengsels en kan de deformatiecapaciteit en de weerstand tegen blijvende vervorming worden gevarieerd.

Toepassingsgebied

De belangrijkste mengseltypen toegepast in de waterbouw zijn:

1. Asfaltbeton: asfaltbeton is een mengsel van steenslag of grind (47%), zand (39,5%), vulstof (7,4%) en bitumen 80/100 6,1%, dat op nagenoeg gehele porievulling is gegrond. Asfaltbeton wordt toegepast als waterdichte dijkbekleding boven gemiddeld hoog water en als afdichting van kanalen, reservoirs, etc.;
2. Mastiek: mastiek is een mengsel van zand (66,5%), vulstof (16,5%) en bitumen 80/100 17,0% (m/m in). Mastiek vindt toepassing als bodem- en teenbescherming en als afdichting zowel boven als onder water;
3. Gietasfalt: gietasfalt is een mengsel van mastiek (70%) en grind (4/16 30% (m/m)). Gietasfalt wordt toegepast boven water als penetratiemengsel voor breuksteenglooiingen, als (waterdichte) slabconstructie en als reparatiemengsel;
4. Dicht steenasfalt: dicht steenasfalt is een mengsel van steen, zand, vulstof en bitumen en kan in geprefabriceerde matten worden toegepast. Dicht steenasfalt vindt toepassing als bodem- en taludbescherming en als teenvoorziening;
5. Zandasfalt: zandasfalt is een mengsel van zand (96%) met bitumen (4%). In sommige gevallen wordt vulstof toegepast. Zandasfalt wordt gebruikt als kernmateriaal voor perskaden, als filterlaag en als tijdelijke en soms permanente bekleding, zowel boven als onder water;
6. Membranen: membranen zijn dunne waterdichte lagen van bitumen die zowel in situ als geprefabriceerd worden uitgevoerd. Membranen worden gebruikt voor het waterdicht maken van kanalen, oevers en waterbekkens;
7. Open steenasfalt: zie paragraaf 4.26.

Constructieve aspecten

1. Asfaltbeton: Het materiaal moet worden verdicht en is ongeschikt om onder water of in de tijzone te worden verwerkt.
2. Mastiek: Door de overmaat aan bitumen is het mengsel van nature dicht en hoeft het niet te worden verdicht.
3. Gietasfalt: Met gebruikelijke penetratiemethoden bedraagt de maximaal te penetreren helling 1 : 1,7.
4. Dicht steenasfalt: Toepasbaar tot hellingen 1 : 6.
5. Zandasfalt: De doorlatendheid is na enige tijd ongeveer gelijk aan die van het zand waarvan het gemaakt is.
6. Membranen: In geprefabriceerde membranen kan wapening, meestal in de vorm van een kunststof geotextiel, worden aangebracht. Ook kunnen dunne folies ingevoegd worden, teneinde plantendoorgroei tegen te gaan en lasstroken te beschermen.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: asfaltbeton, en dicht steenasfalt 2.300–2.400 kg/m³, zandasfalt 1.500–1.800 kg/m³, mastiek 2.000–2.200 kg/m³, penetratiemortel ca. 2.100–2.300 kg/m³.
- > Stijfheid: voor alle asfaltmengsels geldt dat dit afhankelijk is van samenstelling, temperatuur en de duur van de belasting.
- > Alle mengsels gedragen zich visco-elastisch (Zie ook paragraaf 4.26).
- > Waterdoorlatendheid: waterondoorlatend zijn asfaltbeton bij holle ruimte < 3 %, mastiek, gietasfalt zelf (gepenetreerde constructie afhankelijk van mate van penetratie) en dicht steenasfalt, vrijwel ondoorlatend is penetratiemortel (gepenetreerde pakket afhankelijk van mate van penetratie), zandasfalt doorlatend gelijk zand.
- > Duurzaamheid: asfaltbeton afhankelijk van holle ruimte en oppervlakbehandeling. Duurzaamheid mastiek, gietasfalt en dicht steenasfalt goed, terwijl zandasfalt gevoelig is voor mechanische beschadiging (drijvend vuil, op- en afstromen, meegevoerde steen).

Milieu-aspecten

Het toepassen van asfalt in waterbouwkundige constructies kent geen milieuproblemen. Bitumen is in beginsel een bijproduct van de raffinage van aardolie. De nadelige milieu-effecten van winning en bewerking van aardolie kunnen daarom ten dele worden toegerekend aan bitumen. Het gehalte aan milieuverontreinigende bestanddelen is zo gering dat het voldoet aan de criteria voor categorie 1 bouwstoffen volgens het bouwstoffenbesluit. Belangrijk is om in dit verband te wijzen op het verschil tussen bitumen en teer, beide donkerbruine tot zwarte bindmiddelen met een visceus karakter. Teer als bindmiddel wordt sinds 1991 in asfaltmengsels niet meer toegestaan vanwege het hoge gehalte aan PAK. Het gehalte aan PAK in bitumen is een factor 1.000 tot 10.000 lager dan in teer en heeft door eventuele uitloging geen nadelige gevolgen voor het milieu of gezondheid. Dit wordt ondermeer bevestigd door de grootschalige en wereldwijde toepassing van asfalt als bekleding van drinkwaterreservoirs.

Ecologische aspecten

De begroeiingsmogelijkheden van asfaltbekleding zijn afhankelijk van de constructie en de locatie. Bij de constructie spelen de ruwheid, het vermogen om water vast te houden, de aanwezigheid van holten en poriën en de geometrie van de totale constructie een rol. Asfaltbeton, mastiek en gietasfalt lenen zich niet voor

begroeiing. Het afstrooien met een poreus gesteente (slakken of lavasteen) bevordert de begroeiing. De diverse mengsels onderscheiden zich in de ruwheid van het oppervlak, wat de begaanbaarheid van de fauna beïnvloedt.

De aanwezigheid van voorland, sedimentatie, oriëntatie e.d. op de locatie bepaalt de mogelijkheid tot ontwikkeling van flora en fauna.

De zwarte kleur van het asfalt kan door het opnemen en vasthouden van zonnewarmte het oppervlakte dermate opwarmen (50-60 °C), dat de vestigingskansen voor flora en fauna worden beperkt.

Uitvoering

De beschreven asfaltsoorten worden aangebracht met standaard "wegenbouwmaterieel". Asfaltbeton kan alleen boven water aangebracht worden en dient na het aanbrengen te worden gewalst om de gewenste verdichting te bereiken. De andere asfaltmengsels kunnen warm onder water worden aangebracht. In sommige gevallen vraagt dit om aangepast uitvoeringsmaterieel zoals stortkubels. De beschreven waterbouwasfaltmengsels kunnen door praktisch alle conventionele asfaltmenginstallaties worden geproduceerd.

Beheer en onderhoud

Voor het beheer is het noodzakelijk te letten op schadebeelden die het functioneren van de bekleding of van de constructie in gevaar kunnen brengen. Met name dient daarbij gelet te worden op het ontstaan van naden of scheuren die de waterdichtheid of grond dichtheid bedreigen, vooral op overgangen naar andere bekledingen. Naast het verhelpen van de eventuele schade is vooral van belang de oorzaak te achterhalen, waarbij vaak de ondergrond een belangrijke rol kan spelen. Voor de diverse asfaltsoorten zijn verschillende onderhoudstechnieken beschikbaar. Deze onderscheiden zich in koude – voor kleine reparaties – en warme technieken die de voorkeur hebben wanneer het gaat om onderhoud van meer structurele aard. Bij alle technieken moet zorg worden besteed aan een goede hechting aan de bestaande bekleding.

Conclusies voor gebruik in oevers

Asfaltproducten zijn geschikt voor verschillende typen van oeverbeschermingen, waarbij alle primaire en secundaire eisen van de bekleding kunnen worden ingevuld. Afhankelijk van de ruwheid van het oppervlak en de aanwezigheid van holten en poriën van het specifieke mengsel leent asfalt zich in geringe mate voor de ontwikkeling van flora en fauna. Mogelijkheden voor natuurontwikkeling zijn niet aanwezig.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995 en Suppletiebestand Rijkswaterstaat.

Literatuur

- > CUR, Toepassing van asfalt bij binnenwateren, CUR, VBW-asfalt, Benelux Bitume, CUR-publicatie 179, 1995.
- > Frissel, Y en Sprangers, H., Begroeiingsmogelijkheden van asfaltbekledingen, 1998.
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Definities, toepassingsgebieden en milieuhygiënische aspecten van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/1).
- > Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Samenstelling en uitloging van bouwstoffen, Publicatiereeks bodembescherming (1991/3).

- > Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde Afd. Waterbouwmaterialen, C.C. Montauban, Milieuaspecten van waterbouwasfalt, Delft, 1982.
- > Rijkswaterstaat/Dienst Weg en Waterbouwkunde, Uitlooggedrag van (waterbouw-)asfalt, 1996.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad voor de toepassing van asfalt in de waterbouw. TAW Delft, 1984.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Leidraad keuzemethodiek 1988.
- > Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, Asfalt bij waterkeringen (nog te verschijnen).
- > VBW-asfalt, Asfalt in de waterbouw, 1995.
- > Waardenburg, A.J.M. Meijer. Onderzoek hardsubstraat levensgemeenschappen in de getijdezone van de Oosterschelde: aangroei en ontwikkeling van levensgemeenschappen op aangepaste en nieuw aangelegde dijkvlooiingen in de getijdezone van de Oosterschelde (resultaten inventarisatie 1988 t/m 1990), 1991.

4.28 VERDUURZAAMD STAAL

Definitie

Staal dat een levensduurverhogende behandeling heeft ondergaan.

Nadere informatie

In de natte waterbouw zal verduurzaming in het algemeen bestaan uit:

- > oppervlaktebehandeling met bitumenhars of teervrije epoxy;
- > urethaan coatings;
- > thermisch verzinken;
- > kathodische bescherming;
- > duplexsysteem: zink in combinatie met een kunststofcoating.

In plaats van verduurzaamd staal wordt tegenwoordig steeds vaker een overdimensionering toegepast.

Toepassingsgebied

De belangrijkste toepassing van verduurzaamd staal bij oeverbescherming is die in de vorm van damwandconstructies, gordingen, ankers en beschoeiing met een maximale kerende hoogte van 1.200 mm. Staal wordt veelal alleen toegepast wanneer enige kerende hoogte is vereist.

Constructieve aspecten

Damwandconstructies zijn het gevoeligst voor corrosie in de zone rondom de overgang water-lucht (tot ongeveer 1 m onder het wateroppervlak) en in een vochtige bodem.

Materiaalkundige aspecten

- > Dichtheid: 7.800 kg/m³.
- > Vorm: damwand en gordingen in diverse profielen, zie informatie producenten.
- > Afmetingen: damwand tot 36 m (warm gewalst) en 12 m (koud gewalst), gordingen handelslengten.
- > Treksterkte: veel variatie in profielen en staalkwaliteiten, zie hiervoor informatie van de producenten, algemeen $s_t = 360\text{--}510 \text{ N/mm}^2$ (rekenwaarde $240\text{--}360 \text{ N/mm}^2$).
- > Elasticiteitsmodulus: algemeen $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$.

- > Duurzaamheid: ca. 35 à 50 jaar, afhankelijk van milieu, staalkwaliteit, belastingen en bescherming.
- > Waterdoorlatendheid damwand: slotspeling 2–3 mm (warm gewalst), 5–6 mm (koud gewalst) middelen tegen afdichting zijn beschikbaar.

Milieu-aspecten

De productie van staal is zeer energie-intensief. De emissies naar water en lucht bij de productie betreffen ook stoffen die schadelijk zijn voor de volksgezondheid (lood, cyaniden). Bij het verzinken van staal komen eveneens diverse milieuschadelijke stoffen vrij (zink, chloride).

Steenkoolteer geeft een grote uitloging van PAK. Het wordt echter om die reden niet meer toegepast.

Bitumineuze en twee-componenten epoxy- en polyurethaan producten zijn uit milieuhygiënisch oogpunt een betere optie.

Ecologische aspecten

Verduurzaamd staal biedt, vanwege het gladde oppervlak, vrijwel geen begroeiingsmogelijkheden. Als vestigingsplaats voor dieren biedt het alleen voor macrofauna enige mogelijkheden.

Verticaal toegepast in een constructie (damwand) kan staal een grote barrière vormen voor macrofauna, vissen en te water geraakte zoogdieren. Door het creëren van, op enige afstand van elkaar gelegen, openingen kan de barrièrewerking voor dieren worden verminderd. Ook een lokaal dieper ingeslagen damwandplank kan een oplossing bieden.

Uitvoering

Het plaatsen van stalen damwanden is nauwkeurig werk dat mechanisch gebeurt. Bij het inheien van de damwand moet er op gelet worden dat reed geplaatste damwanden niet gaan meelopen. Dit kan voorkomen worden door de laatst ingeheide plank te verankeren. Ook dient vervorming van de paalkop en het verdraaien/wringen van de planken voorkomen te worden. Een spuitlans kan, met name bij plaatsing van grotere wanden, hulp bieden.

Beheer en onderhoud

Door de verduurzamingsbehandeling is dit materiaal vrijwel vrij van onderhoud. Bij grote schade aan een plank dient deze vervangen te worden. Om te voorkomen dat kleine schadebeelden verergeren, kan de oppervlaktebehandeling herhaald worden.

Opmerkingen

Stalen damwanden zijn vaak noodzakelijk omdat in hout niet de gewenste planklengte beschikbaar is of de op te nemen kracht voor hout te groot is. Daarnaast is de weerstand tegen stootbelasting van staal, vergeleken met beton, beter en is de duurzaamheid van staal ten opzichte van hout groter.

Conclusies voor gebruik in oevers

Verduurzaamd staal dient vanwege de milieu-onvriendelijke productie terughoudend te worden toegepast. Het materiaal biedt geen mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Bij verduurzaming gaat de voorkeur uit naar producten zonder PAK-uitloging.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995.

Literatuur

Geen.

4.29 RECYCLED KUNSTSTOF**Definitie**

Materiaal dat is gefabriceerd van hergebruikte kunststof.

Nadere informatie

Het hergebruik van afval en uitval van verschillende kunststoffen vereist goede kennis van de te mengen kunststoffen, daar niet alle grondstoffen elkaar goed verdragen. Polyofinen, zoals Poly Ethyleen (PE) en Poly Propyleen (PP) kunnen in gecontroleerde verhoudingen gezamenlijk worden verwerkt. Dit zelfde geldt voor een mix van Poly Vinyl Chloride (PVC) en Acrylonitril Butadien Styreen (ABS).

De juiste grondstofkeuze is verder bepalend voor ondermeer de sterkte, de stijfheid en de slagvastheid.

Toepassingsgebied

Recycled kunststof kan als oeverbescherming worden gebruikt ter vervaardiging van palen, planken en panelen voor beschoeiingen. Tevens wordt het materiaal toegepast als raamwerk in drijvende, begroeide oeverconstructies. Naast oeverbeschermingen zijn gerecycleerde kunststoffen ook in andere water-bouwkundige werken bruikbaar. Ook kunnen kunststof geotextielen uit recycled kunststof worden vervaardigd.

Constructieve aspecten

Recycled kunststof is ongevoelig voor aantasting onder, boven en op de waterlijn of in vochtige grond en is zoutbestendig.

Materiaalkundige aspecten

	PE/PP	PVC/ABS
> Dichtheid	800-900 kg/m ³	1000-1300 kg/m ³
> Buigsterkte	- 20°C – 42 N/mm ² + 20°C – 28 N/mm ² + 40°C – 20 N/mm ² + 70°C – 15 N/mm ²	-20°C – 54 N/mm ² +20°C – 40 N/mm ²
> E-modulus	-20°C - 2.490 N/mm ² +20°C - 1.050 N/mm ²	-20°C – 3.000 N/mm ² +20°C – 2.400-2.700 N/mm ²
> Duurzaamheid	kan vorstgevoelig zijn	is niet vorstgevoelig

Milieu-aspecten

Hergebruik van kunststoffen leidt tot minder stort- en verbrandingscapaciteit en tot besparing van energie en grondstoffen. Met de leverancier dienen afspraken gemaakt te worden over terugname van het materiaal bij vervanging of verwijdering van de constructie. Bij gebruik als verticale oeverbescherming ontstaat een abrupte overgang van land naar water. Als de hoogte van de oeverbescherming op de waterlijn gelegd wordt (plasberm) kan een natuurvriendelijke oplossing gecreëerd worden. Er is een certificatieregeling voor recycled kunststof waarin eisen zijn gesteld aan te gebruiken kunststof afval, uitloging van chemische stoffen uit de eindproducten, terugnameplicht en waarin ook fysisch mechanische eisen zijn opgenomen. In het de levenscyclusanalyse die het RIZA heeft uitgevoerd blijkt recycled kunststof goed te scoren.

Ecologische aspecten

Recycled kunststof biedt vanwege het gladde oppervlak, vrijwel geen begroeiingsmogelijkheden. Als vestigingsplaats voor dieren heeft het vermoedelijk vrijwel geen waarde. Verticaal toegepast in een constructie (palenrij) kan kunststof een grote barrière vormen voor macrofauna, vissen en te water geraakte dieren. Aanleg van een plasberm met plaatselijk dieper geslagen palen bevordert de ontwikkeling van oevergebonden planten en dieren.

Om te water geraakte dieren de mogelijkheid te bieden weer op het droge te komen, verdient de aanleg van een uittreeplaats de aanbeveling.

Uitvoering

Afhankelijk van het gebruikte materiaal, de grondsoort en de beschikbare werkruimte kan de meest geschikte plaatsingsmethode worden gekozen. Enkele voorbeelden zijn: de spuitmethode, het indrukken met een machine, het intrillen met een blok of eerst spuiten en vervolgens indrukken. Bij het indrukken en intrillen van paaltjes verdient het aanbeveling een heimuts op de kop te plaatsen. Door om de vijf planken een langere plank te heien hoeft verankering veelal niet plaats te vinden.

Beheer en onderhoud

Gerecycleerde kunststoffen zullen gedurende enkele tientallen jaren geen onderhoud behoeven. Eventueel onderhoud geschiedt door vervanging.

Opmerkingen

Recycled kunststof is een relatief nieuw product en wordt in toenemende mate in de waterbouw toegepast, vooral bij beschoeiingen langs kleinere wateren met lichte aangevallen oevers. De kunststof beschoeiingsdelen kunnen gevoelig zijn voor kromtrekken onder invloed van grote temperatuurschommelingen.

Conclusies voor gebruik in oevers

Recycled kunststof is een goed bruikbaar materiaal. Een positief aspect is, dat het hergebruikt materiaal betreft, alsmede de lage onderhoudskosten door de lange levensduur. Het materiaal biedt weinig mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Beoordelingsrichtlijn recycled kunststof KIWA BRL-K 568.

Literatuur

- > Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieuhygiëne (RIVM), 1989, informatiedocument kunststofafval, D. Nagelhout, A.A. Sein, G.L. Duvoort.
- > Stichting Natuur en Milieu. Kunststoffen in ons milieu, 1990.
- > RIZA, 1997, Milieubeoordeling oeverbeschoeiingsmaterialen.

4.30 GEOKUNSTSTOFFEN: GEOTEXTIELEN, VLIEZEN, LICHT EN ZWARE WEEFSELS

Definitie

Geokunststoffen zijn kunststof vliezen (non wovens), weefsels, matten, folies etc. die gebruikt worden in de civiele techniek, de cultuurtechniek en de funderingstechniek.

Een belangrijke groep binnen de geokunststoffen wordt ingenomen door de geotextielen. Een geotextiel is een textielproduct opgebouwd uit kunststof vezels, bandjes, mono- en multifilamentgarens of bandjesgarens.

Nadere informatie

Hier wordt alleen ingegaan op de geotextielen opgebouwd uit kunststof. Kokos, jute en andere natuurlijke materialen die een tijdelijk functie vervullen worden behandeld bij "Biologisch afbreekbare geotextielen" (paragraaf 4.5).

Geotextielen worden gemaakt van diverse kunststoffen zoals polypropreen (PP), polyetheen (PE), polyester (PET) en polyamide (PA).

Geotextielen zijn te verdelen in:

1. vliezen, internationaal worden ze "non wovens" genoemd. Ze worden voornamelijk vervaardigd door draden of vezels willekeurig over elkaar heen te leggen. Naar wens kunnen flinterdunne tot dikke viltachtige vliezen worden geproduceerd. De samenhang tussen de draden of vezels wordt verkregen door naaldprikken (mechanische binding), verlijmen (chemische binding) of versmelten (thermische binding);
2. weefsels (lichte en zware), hierbij kruisen de draadsystemen elkaar loodrecht, zoals bij zeefgaas of vlechtmatjes. Men onderscheidt daarbij ketting-(langs-) en inslagdraden (dwarsrichting);
3. breisels als alternatief voor weefsels. Zij spelen een geringe rol;
4. composieten, dit zijn combinaties van een weefsel of breisel en een vlies soms versterkt door middel van bundels garens. Bij een hoge zanddichtheid op slib of indien er grote krachten te verwachten zijn, zijn composieten geschikt. Op composieten wordt verder niet ingegaan. Vliezen en lichte weefsels worden hierna samengevat onder de naam licht geotextiel; met zwaar geotextiel worden de zware weefsels bedoeld.

Toepassingsgebied

Een licht geotextiel als oeverbescherming doet vrijwel altijd dienst als filterconstructie en als scheidingslaag. Aanvullende functies kunnen zijn: lichte wapening, lastspreiding en bescherming (van afdichtingsfolies).

Een zwaar geotextiel in oeverbeschermingen doet vrijwel altijd dienst als filterconstructie en als versterking van een grondlichaam/bestorting/blokkenmat/zinkstuk. Voor toepassing als kraagstuk/zinkstuk worden ook weefsels geleverd met ingeweven lussen voor het bevestigen van wiepen.

Constructieve aspecten

De eisen die aan een geotextiel moeten worden gesteld zijn:

- > geen transport van de onderlaag door of langs het geotextiel;
- > voldoende doorpunssterkte om (incidentele) puntbelastingen te kunnen weerstaan; voor zwaardere geotextielen met een wapenings/filterfunctie geldt tevens dat de treksterkte voldoende moet zijn om ook op langere termijn de optredende krachten op te kunnen nemen;
- > beperkte rek en kruip; deze eis geldt slechts in sommige gevallen en wordt met name bepaald door het soort geotextiel en de wijze van productie.

Op taluds moet aandacht worden geschonken aan de afschuifweerstand van het geotextiel.

Materiaalkundige aspecten

Er zijn diverse kwaliteiten geotextiel verkrijgbaar in de waterbouw. De eigenschappen van de kunststoffilters kunnen onderling sterk variëren als gevolg van verschillen in eigenschappen van de basismaterialen, dikte en vorm van de garens en de manier van weven of anderszins verbinden van de vezels.

In het algemeen (indicatief):

- > massa: vliezen 100-400 g/m², lichte weefsels 100-200 g/m², zware weefsels 100-1000 g/m²;
- > afmetingen: vliezen en lichte weefsels lengte 100-300 m afhankelijk van gewicht, standaardbreedte veelal ca. 5 m, zware weefsels lengte 50-200 m afhankelijk van gewicht, standaardbreedte ca. 5 m;
- > treksterkte: vliezen en lichte weefsels 8-ca. 40 kN/m, zware weefsels 40-100 kN/m, bij grondwapening eventueel tot maximaal 1.000 kN/m;
- > rek bij breuk: vliezen 40-100%, lichte weefsels 15-25%, zware weefsels 15-25% (10%) bij grondwapening);
- > scheursterkte: variabel;
- > elasticiteit: afhankelijk van materiaal, type, temperatuur en tijd;
- > openingsgrootte O₉₀: vliezen en lichte weefsels circa 60-300 µm, zware weefsels 100-500 µm (NEN 5168);
- > zanddichtheid: de zanddichtheid wordt bepaald door de verhouding van de openingsgrootte en de korrelafmetingen van het onderliggende materiaal. De zanddichtheid is mede afhankelijk van de hydraulische belasting. Bij een cyclische belasting gelden aanmerkelijk zwaardere eisen omdat de opbouw van een 'intern' filter onder het doek wordt tegengegaan; hier gelden filterregels als van WL Delft (Ogink), waarbij voor een vlies bijvoorbeeld geldt $O_{90}\text{vlies} / D_{90}\text{korrel} < 1,8$ (NEN 5168);
- > waterdoorlatendheid: vliezen en lichte weefsels 20-500 l/m²s (globaal overeenkomend met die van openingsgrootte O₉₀ maar sterk afhankelijk van structuur en de openheid van het vlies of weefsel); zware weefsels 5-100 l/m²s. Door dichtslibben zal de doorlatendheid afnemen. IJzerverbindingen in het water kunnen uitvlokken waardoor het filterdoek dichtslibt (NEN 5167);
- > duurzaamheid: 20-200 jaar, afhankelijk van soort kunststof en gebruikte stabilisatoren (toepassing boven water grotere UV-licht belasting).

Milieu-aspecten

De samenstelling van de kunststof geotextielen is afhankelijk van herkomst of fabricage. In het algemeen gaat de productie gepaard met schadelijke emissies zoals zware metalen en koolwaterstoffen en (chemische) afvalstoffen, zoals afvalloog.

Kunststoffen zijn energie-intensieve producten. Door het geringe gewicht van de geotextielen zijn deze nadelen per oppervlakte-eenheid product echter beperkt.

Uitloging van verontreinigende stoffen zijn niet aantoonbaar; geotextielen zijn chemisch inert.

Een geotextiel is in principe niet zichtbaar in de oeverconstructie.

KIWA heeft een beoordelingsrichtlijn (BRL-K553/02) opgesteld voor de beoordeling van weefsels.

Ecologische aspecten

Geotextiel wordt vrijwel altijd toegepast onder een bekledingslaag. Mogelijkheden voor vestiging van planten zijn vooral afhankelijk van de doorgroeibaarheid. Aspecten als het aantal draden per vierkante centimeter en de wijze van binding beïnvloeden de mate waarin een weefsel door wortels, rizomen (wortelstokken) en/of spruiten kan worden doorboord. Wortels van riet zijn redelijk in staat door een genaaldprikt vlies heen te groeien, spruiten en rizomen slechts incidenteel.

De effecten van een geotextiel op de fauna betreffen vooral de (verticale) verplaatsingsmogelijkheden van ongewervelde dieren. Indien de doorlatendheid goed is, kunnen deze dieren zich zowel boven als onder de mat verplaatsen. Bij een vlies of fijnge woven mat is dit beperkt mogelijk. Het gebruik van een doorgroeibaar geotextiel is aan te bevelen.

Uitvoering

Geotextielen worden meestal met een bepaalde mate van overlap aangebracht teneinde continuïteit in de bescherming te waarborgen. Banen zware geotextielen kunnen met hetzelfde doel ook aan elkaar worden gestikt. In de bouwfase de breuksteen met een maximale valhoogte van 1 meter storten. Een goed oppervlaktecontact tussen bestorting en doek reduceert de kans op "opbollen" van het doek door waterdrukken. Zichtbaarheid van het materiaal moet voorkomen worden. Geotextielen zijn relatief gemakkelijk en snel te installeren.

Beheer en onderhoud

Na blootwoelen moet een geotextiel opnieuw worden bestort. Een geotextiel kan beschadigd raken (een licht geotextiel door muskusratten, vissers); een licht geotextiel is te repareren door het inbouwen van een overlappende tweede laag; een zwaar geotextiel is lastig te repareren vanwege de continuïteit van de wapening. Plaatselijk repareren door het aanbrengen van een filterlaag is mogelijk anders zal veelal vervanging nodig zijn.

Conclusies voor gebruik in oevers

Geotextielen zijn goed bruikbaar. Kunststoffen zijn energie intensieve producten. Door het geringe gewicht van de geotextielen zijn deze nadelen per oppervlakte-eenheid product echter beperkt. Indien doorgroeibaarheid ongewenst is, dient de keuze voor het type materiaal mede op basis van dit aspect te worden gemaakt.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995 en Suppletiebestand Rijkswaterstaat.

2e Ontw. NEN 5132 Geotextiel – Polypropreen – (spilt)filmgarans voor weefsels – Eisen en beproevingsmethoden.

NEN 5167 Geotextiel – Bepaling van de permittiviteit.

NEN 5168 Geotextiel – Bepaling van de karakteristieke poriegrootte in droge toestand.

Beoordelingsrichtlijn voor weefsels (geotextielen): BRL-K553/02.

CUR-Aanbeveling 60, Doorgroeibaarheid van geotextielen voor riet. Gouda 1997.

Literatuur

- > CUR, Geokunststoffen in de civiele techniek. CUR, NGO, CUR-publicatie 151, Gouda, 1991.
- > CUR, Geotextielen in de waterbouw. CUR, NGO, RWS-DWW, CUR-publicatie 174, Gouda 1995.
- > Burg, A. van den, Kwaliteit een gezamenlijke zorg. Otter 10-1995.
- > DWW Wijzer 36(C), Geokunststoffen in de waterbouw, uitgave 1992.
- > Ivens, E.A.M., G.J. Verkade, J.M. Reitsma, Oevervegetatie kan functie geotextiel versterken, Doorgroeibaarheid geotextielen onderzocht. Civiele Techniek nummer 3 1993.
- > KOMO/BRL, kunststofweefsels in de GWW-sector.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Kunststoffilters in Kust- en Oeverwerken, 1986.
- > Veldhuijzen van Zanten, Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering, A.A. Balkema/Rotterdam/Boston/1986.

4.31 GEOKUNSTSTOFFEN: STRUCTUURMATTEN

Definitie

Een structuurmat is een mat met een driedimensionale structuur, opgebouwd uit kunststof polyamiden (PA), polyethyleen (PE) of polypropyleen (PP).

Nadere informatie

Structuur matten hebben een "pannesponsstructuur" waarin monofilament draden elkaar in alle richtingen kruisen. De samenhang wordt verkregen door versmelting van de draden op hun kruispunten. Er bestaan ook structuurmatten die opgebouwd zijn uit meerdere lagen vlakke netjes, welke plaatselijk thermisch zijn verbonden.

Kenmerken zijn:

- > dikte 10–20 mm;
- > poriënvolume > 80%;
- > grote oppervlakteruwheid;
- > geheel open structuur met of zonder een vlakke onderzijde.

Voorgevulde structuurmatten zijn fabrieksmatig gevuld met een mineraalfilter van split (2–6 mm), gebonden door bitumen.

Toepassingsgebied

Een open structuurmat wordt toegepast als bescherming van droge hellingen die erosiegevoelig en meestal steil zijn. De voorgevulde mat wordt met name toegepast als oeverbescherming in sloten, beken, kanalen en rivieren met beperkte scheepvaart en plassen.

Constructieve aspecten

De structuurmatten zijn zeer goed doorgroeibaar en worden aan de oppervlakte van het talud ingebouwd, ingezaaid en gevuld met teelaarde. Voorgevulde structuurmatten zijn ook goed doorgroeibaar.

Materiaalkundige aspecten

- > Massa: ongevuld 250–600 g/m², voorgevuld 20 kg/m².
- > Afmetingen: ongevuld lengte 60–150 m, breedte 1–5,75 m; voorgevuld lengte 20 m, breedte 4,80 m.
- > Duurzaamheid: 5–25 jaar, afhankelijk van de stabilisatoren in de kunststof en de dichtheid van vegetatie.

Milieu-aspecten

De samenstelling van de kunststof voor structuurmatten is afhankelijk van herkomst of fabricage. Kunststoffen zijn energie-intensieve producten. Door de geringe massa van de structuurmatten is de schade per oppervlakte-eenheid product echter beperkt. Uitloging van verontreinigende stoffen is niet aantoonbaar; geosynthetische structuurmatten zijn chemisch inert.

Een structuurmat is in principe niet zichtbaar in de oeverconstructie.

Ecologische aspecten

De driedimensionale structuurmat is goed doorgroeibaar, ook indien deze voorgevuld is. Met gras, riet en andere oeverplanten groeit de mat vast aan de ondergrond. Voor een goede ontwikkeling van de vegetatie is een goed oppervlaktecontact tussen de bekledingslaag en de mat belangrijk.

Omdat de doorlatendheid van de mat goed is ondervinden wormen en andere bodemdieren weinig hinder van de mat. Na een paar jaar zit de mat enkele dm's onder het grondoppervlak, omdat de dieren grond door de mat naar boven brengen.

Uitvoering

Structuurmatten worden met een overlap aangebracht om de continuïteit in de bescherming te waarborgen. Voor een goede ontwikkeling van de vegetatie is een goed oppervlaktecontact tussen de mat en de ondergrond belangrijk.

De mat inzaaien en licht "over" vullen met teelaarde. Bij voorgevulde matten dient eerst te worden gezaaid voordat de mat wordt uitgerold.

Beheer en onderhoud

Door erosie kan de structuurmat weer aan de oppervlakte komen. Opwippende randen kunnen door maaiwerktuigen worden gegrepen, waarbij flinke stukken mat worden opgewikkeld. Sommige fabrikaten zijn van een kunststof gemaakt die een beperkte treksterkte heeft en zodoende afbreekt als er een te grote trekkracht op de mat wordt uitgeoefend. In geval van uitspoelen of beschadiging de mat vastpennen, inzaaien en vullen.

Conclusies voor gebruik in oevers

Kunststof structuurmatten zijn goed bruikbaar in kleine wateren en bieden redelijk goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. In rivieren en kanalen met veel scheepvaart in verband met golfbelasting minder goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Kunststoffen zijn energie-intensieve producten; de geringe massa beperkt de schadelijkheid per oppervlakte-eenheid product.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995 en Suppletiebestand Rijkswaterstaat.

Literatuur

- > CUR, Geokunststoffen in de civiele techniek. CUR, NGO, CUR-publicatie 151, Gouda, 1991.
- > Ivens, E.A.M., G.J. Verkade, J.M. Reitsma, Oevervegetatie kan functie geotextiel versterken, Doorgroeibaarheid geotextielen onderzocht. Civiele Techniek nummer 3 1993.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Kunststoffilters in Kust- en Oeverwerken, 1986.
- > Veldhuijzen van Zanten, Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering, A.A. Balkema/Rotterdam/Boston/1986.

4.32 GEOKUNSTSTOFFEN: GEOGRIDS (RASTERS), DRAINAGESCHERMEN EN GEWAPENDE STRUCTUURMATTEN

Definitie

Geogrids (rasters) zijn zeer open, gaasachtige weefsels of geëxtrudeerde rasters voor grondwapening. Drainageschermen zijn composietmaterialen, waarin een driedimensionale, zeer doorlatende kern aan beide zijden is afgedekt met een filtervlies. Een findrain is een drainagescherm dat aan de voet een drainagebuis bevat.

Een gewapende structuurmat is een combinatie van een structuurmat en een geogrid of een geotextiel.

Nadere informatie

Vliezen, weefsels, structuurmatten en geomembranen worden in de paragrafen , en behandeld. De "overige" geosynthetische producten, voor zover gebruikt in oeverconstructies, worden hier behandeld. Hoewel de hier behandelde producten nogal uiteenlopen zijn ze samengevat in één paragraaf omdat hun toepassing in oeverbeschermingsconstructies relatief beperkt is.

Toepassingsgebied

Geogrids worden gebruikt voor (grond)wapening. Door hun zeer grote openingen kunnen zij geen filterfunctie vervullen.

Findrains worden gebruikt bij de stabilisering van oevers als alternatief voor grindkoffers: door het opvangen en afvoeren van uittredend grondwater worden afschuivingen/verzakkingen voorkomen en erosie bestreden. Gewapende structuurmatten worden gebruikt als:

- > structuurmatten voor erosiebestrijding;
- > "grijplagen" om een laag teelaarde met vegetatie op een folie of gladde ondergrond vast te houden.

Materiaalkundige aspecten

- > Samenstelling: geogrid weefsels van hoogmodulus polyester (PET) met een beschermende coating, of geëxtrudeerde polyethyleen (HDPE) of polypropyleen (PP) rasters; findrains polyamide (PA) structuurmat als kern met twee polyester (PET) filtervliezen; gewapende structuurmat polyamide (PA) structuurmat met polyester (PET) geogrid.

- > Massa: geogrid 200–1.100 g/m²; findrains 650–950 g/m²; gewapende structuurmat 450–1.100 g/m².
- > Afmetingen: geogrid lengte 30–200 m afhankelijk van zwaarte, breedte ca. 1–4 m; findrain lengte 50 m, hoogte scherm standaard 1 m, max. 2 m, diameter afvoerbuys variabel tot max. 200 mm; gewapende structuurmatten lengte 50–100 m, breedte 1–5 m.
- > Treksterkte: geogrid 15–110 kN/m; gewapende structuurmat 20–400 kN/m.
- > Rek bij breuk: geogrids 10–15%; gewapende structuurmat 10–14 %, afhankelijk van geogrid of geotextiel.

Milieu-aspecten

De samenstelling van de kunststof is afhankelijk van herkomst of fabricage. Kunststoffen zijn energie-intensieve producten. Door de geringe massa van de geotextielen is de schade per oppervlakte-eenheid product echter beperkt. Polyethyleen is relatief milieuvriendelijk, PVC (toegepast als coating bij sommige geogrids) juist niet. Dit in verband met het gebruik van weekmakers en slechte hergebruiksmogelijkheden. Uitloging van verontreinigende stoffen zijn niet aantoonbaar; geokunststoffen zijn chemisch inert. Een geokunststof is in principe niet zichtbaar in de oeverconstructie.

Ecologische aspecten

Geogrids en gewapende structuurmatten worden vrijwel altijd toegepast onder een laag van teelaarde. Mogelijkheden voor vestiging van planten zijn, op lange termijn, vooral afhankelijk van de doorgroeibaarheid. Door hun openheid zijn geogrids en de gewapende structuurmat goed doorgroeibaar. Voor een goede ontwikkeling van de vegetatie is een goed oppervlaktecontact tussen de bekledingslaag en het product belangrijk. Findrains hebben geen invloed op de begroeiingsmogelijkheden.

Uitvoering

Geen speciale aandachtspunten. Geokunststoffen zijn relatief goedkoop en gemakkelijk en snel te installeren. De randen van geokunststof matten altijd afdekken en/of met pennen vastzetten. Deze materialen altijd binnen twee maanden beschermen tegen zonlicht.

Beheer en onderhoud

Indien de laag teelaarde onvoldoende dik is kan er bij het maaien schade aan de mat optreden. Bij inspecties dient gelet te worden op een voldoende dikke teellaag. Indien erosie leidt tot het uitspoelen of beschadiging van de mat moet deze opnieuw worden vastgezet.

Conclusies voor gebruik in oevers

Geogrids, drainageschermen en gewapende structuurmatten zijn goed bruikbaar en bieden mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Kunststoffen zijn energie intensieve producten; de geringe massa beperkt de schadelijkheid per eenheid product.

Bepalingen

Standaard RAW Bepalingen 1995 en Suppletiebestand Rijkswaterstaat.

Literatuur

- > CUR, Geokunststoffen in de civiele techniek. CUR, NGO, CUR-publicatie 151, Gouda, 1991.
- > Veldhuijzen van Zanten, Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering, A.A. Balkema/Rotterdam/Boston/1986.

4.33 GEOKUNSTSTOFFEN: GEOMEMBRANEN

Definitie

Een geomembraan is een waterdicht folie van kunststof of een geotextiel voorzien van een (kunststof of bitumen) coating. Ook zijn er folies met een wapening leverbaar.

Nadere informatie

Tot de geomembranen behoren zowel de goedkope folies als de hoogwaardige membranen van kunststof, gewapende bitumen en synthetisch rubber (al dan niet gewapend met weefsels of vliezen).

Toepassingsgebied

Geomembranen worden toegepast als:

- > waterdichte bekleding van kanaaloevers en kanaalbodems;
- > bodemafdichting van waterbekkens.

Constructieve aspecten

Afhankelijk van de belasting kan de wapening worden aangepast; incidentele puntbelastingen moeten kunnen worden weerstaan.

Materiaalkundige aspecten

- > Massa: kunststof 0,1–4 kg/m²; 3–7 kg/m² bitumineus.
- > Afmetingen: lengte variabel, breedte 2–10 m veelal 5 m.
- > Vorm: folies, gecoate weefsels en gewapende folies.
- > Treksterkte bij breuk: kunststof tot ca. 80 kN/m; bitumineus 10–50 kN/m; gecoat weefsel 15–700 kN/m.
- > Rek bij breuk in één richting: kunststof 600–1000%; bitumineus 18–45%; gecoat weefsel 10–35%. In twee richtingen getrokken neemt de rekapaciteit sterk af.
- > Scheursterkte: variabel.
- > Barstdruk: variabel.
- > Perforatieweerstand: variabel.
- > Lassterkte: variabel; ca. 75% van nominale foliesterkte bij thermische of extrusielassen van ongewapende kunststof folies, lage lassterkten bij bitumineuze membranen verbonden door middel van plaklassen.
- > Elasticiteit: afhankelijk van materiaal, type, wapening, leeftijd en temperatuur.
- > Duurzaamheid: > 20 jaar, afhankelijk van soort kunststof en stabilisatoren (bij toepassing boven water is belasting door UV-licht groter).

Milieu-aspecten

Geomembranen worden gefabriceerd uit kunststoffen zoals polyeteen (LDPE, HDPE), Polyvinylchloride, ECB en PETB/bitumen. In het algemeen gaat de productie gepaard met (omvangrijke) schadelijke emissies zoals zware metalen en koolwaterstoffen en (chemische) afvalstoffen zoals afvalloog. Kunststoffen zijn energie-intensieve producten. Door het geringe gewicht is de schade per oppervlakte-eenheid beperkt. Uitloging van verontreinigende stoffen zijn niet aantoonbaar. Een geomembraan is in principe niet zichtbaar in de oeverconstructie.

Ecologische aspecten

Geomembranen bieden op zichzelf geen mogelijkheden voor de vestiging van planten en dieren. Het aanbrengen van een toplaag van bijvoorbeeld zand of klei biedt wel vestigingsmogelijkheden. Door het ontbreken van uitwisselingsmogelijkheden met de ondergrond is beworteling niet, dan wel oppervlakkig, mogelijk. Hierdoor worden eveneens de (verticale) migratiemogelijkheden van ongewervelde dieren beperkt.

Uitvoering

In de bouwfase is, bij vlakke (horizontaal of flauw hellend) inbouwing, de kans op schade aan een membraan redelijk groot. Gebruik van een beschermend geotextiel of door gebruik van een dikker, sterker membraan, wordt de kans op schade aanzienlijk gereduceerd. Ter voorkoming van beschadiging strenge voorzorgsmaatregelen nemen (niet roken, geen scherpe voorwerpen). Geomembranen worden voornamelijk verbonden door middel van thermische lassen.

Beheer en onderhoud

Het beheer bestaat grotendeels uit het detecteren van lekken. Er zijn folies op de markt die zogenaamde "signaallagen" bevatten waardoor detectie van een lek eenvoudiger is.

Conclusies voor gebruik in oevers

Geomembranen zijn bruikbaar als waterdichte bekleding. Kunststoffen zijn energie intensieve producten. De schade is door de geringe massa per oppervlakte-eenheid van product beperkt. Ze bieden geen mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Bepalingen

Beoordelingsrichtlijn voor het verwerken van kunststoffolie BRL 1149 KIWA, Rijswijk.

Literatuur

- > CUR, Geokunststoffen in de civiele techniek. CUR, NGO, CUR-publicatie 151, Gouda, 1991.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Handboek Oeverbeschermingsconstructies, 1983.
- > Nederlandse vereniging Kust- en Oeverwerken, Kunststoffilters in Kust- en Oeverwerken, 1986.
- > Veldhuijzen van Zanten, Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering, A.A. Balkema/Rotterdam/Boston/1986.
- > TNO, Protocollen voor het toepassen van kunststof geomembranen ten behoeve van bodembescherming. TNO-rapport 794/92.

Bijlage 1 Materiaalkeuzemogelijkheden per watertype

In de navolgende tabellen wordt een overzicht gegeven van de materiaalkeuzemogelijkheden in de oevers van diverse watertypen. Voor een bepaald watertype kunnen zo de in aanmerking komende materialen worden vergeleken. De tabel dient niet als vervanging van de informatie uit hoofdstuk 4, maar eerder als samenvatting om een eerste indruk te krijgen van de constructieve en de ecologische aspecten. Met nadruk wordt gesteld dat de milieu-aspecten niet zijn samengevat in de tabellen. De tabel moet dan ook niet zonder de uitgebreide productinformatie worden gebruikt.

Codering tabel	Constructief	Ecologie
+	goed; geschikt, materiaal heeft zich in de meeste gevallen bewezen	goede mogelijkheden; lijkt op natuurlijke situatie
+/o	goed tot matig	redelijke mogelijkheden
o	matig	weinig mogelijkheden; materiaal kan begroeien, natuurlijke situatie wordt niet bereikt
o/-	matig tot slecht	nauwelijks mogelijkheden
-	slecht	geen mogelijkheden; situatie blijft overwegend technisch, uitgangssituatie blijft overheersen
?	onbekend; nog niet toegepast	onbekend; nog niet toegepast
n.v.t.	niet van toepassing	niet van toepassing

Korte beschrijving van de watertypen

1. Kleine waterloop

Een kleine waterloop is een lijnvormig, veelal gegraven watervoerend lichaam met een meestal beperkte breedte, tot ca. 8 m, en diepte, tot ca. 2 m. De belangrijkste functie is waterbeheersing. Stroming is meestal tijdelijk en zeer gering en gemotoriseerde scheepvaart ontbreekt meestal. De hydraulische belasting op de oevers is klein.

2. Stadswateren

Stadswateren zijn gegraven wateren in stedelijk gebied zoals: grachten, singels, overstortvijvers, ondiepe plassen en siervijvers. De primaire functie is waterberging en soms scheepvaart. De recreatieve en natuurfunctie wordt steeds belangrijker. Bij een stadswater is de hydraulische belasting doorgaans klein. Bij enkele grotere stadswateren kan de hydraulische belasting door windgolven een rol van betekenis spelen.

3. *Beek*

Een beek voert water af van hoger naar lager gelegen gebieden, is lijnvormig en van oorsprong meanderend. De hoogte van de afvoer en de stroomsnelheden variëren per beek, maar scheepvaart ontbreekt. Kleine rivieren liggen wat betreft grootte en kenmerken tussen beken en grote rivieren in. In een kleine rivier zijn de stroomsnelheden in het algemeen laag en de seizoensgebonden waterstandswisselingen gering. Er is weinig scheepvaart waardoor de hydraulische belasting op de oever gering is.

4. *Grote rivier*

Een rivier voert water af van hoger naar lager gelegen gebieden, is lijnvormig en van oorsprong meanderend. Rivieren zijn breder en dieper dan beken en hebben een grotere afvoer. De grote rivieren hebben een zeer belangrijke scheepvaartsfunctie met een navenant grotere golfbelasting op de oevers.

5. *Kanaal*

Kanalen zijn gegraven lijnvormige wateren. De breedte ligt vaak tussen 8 en 60 m en de diepte ligt tussen 1.5 en 3.5 m maar dieper is ook mogelijk. Scheepvaart en waterafvoer zijn de belangrijkste functies van kanalen. Scheepsgeïnduceerde golfaanval is hier de belangrijkste belastingsbron. De waterstand kan als vrijwel constant worden beschouwd, ook stroomsnelheden zijn veelal gering.

6. *Meer, zoet*

Een meer is een vlakvormig nagenoeg stilstaand water. Het onderscheid tussen grote en kleine meren, plassen (klei-, zand en grindgaten), vijvers of poelen betreft voornamelijk ontstaanswijze en de dimensies van oppervlakte en diepte. De meeste meren zijn tot 7 m diep, grind- en zandgaten kunnen zeer diep zijn (tot 60 m), kleigaten zijn ondiep.

Afhankelijk van het wateroppervlakte zal de belangrijkste hydraulische belasting bestaan uit windgolven. De waterstand kan, behoudens op- en afwaaiing, als onveranderlijk worden beschouwd terwijl de stroomsnelheden te verwaarlozen zijn.

7. *Meer, brak*

Zie 6. Het water is echter brak in plaats van zoet. Brakke meren liggen aan de zeezijde. Het zoutgehalte kan worden beïnvloed door kwel (zout of zoet water) en afvoer van andere watergangen.

8. *Getijdewateren, zout*

Getijdewateren zijn oppervlaktewateren in de overgangszone tussen het land en de zee die onder invloed staan van de getijdebeweging van de zee. Een cyclisch veranderende waterstand, als gevolg van het getij, is hier dan ook het belangrijkste kenmerk. Voornaamste belastingen zijn de wisselende waterstand, de stroming en de golfaanval, met als meest ongunstige situatie zware golfaanval (storm) tijdens springtij.

MATERIAAL	ASPECT	WATERTYPEN								Getijde Water zout	Opmerkingen
		Kleine Waterloop	Stadswater	Beek	Grote Rivier	Kanaal	Meer zoet	Meer brak			
8. ALTERNATIEVE KLEI	constructief	–	–	+	+	+	+	+	+	+	niet in stilstaand water
	ecologisch	–	–	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	
9. FLUGSAND	constructief	nvt	nvt	nvt	nvt	o	nvt	nvt	nvt	nvt	achter damwand
	ecologisch	nvt	nvt	nvt	nvt	?	nvt	nvt	nvt	nvt	
10. GRIND	constructief	+	+	+	+	+	+	+	+	+	in Maasstroomge- bied i.v.m. paai- mogelijkh.: +
	ecologisch	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
11. SILEX	constructief	nvt	o	o	o	o	o	o	o	o	
	ecologisch	nvt	o	o	o	o	o	o	o	o	
12. BREUKSTEEN	constructief	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	ecologisch	–	–	o	o	o	o	+	+	+	
13. SCHANS- KORVEN	constructief	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+	+	+	afh. van vulmiddel en afmeting vulmid- del
	ecologisch	o/–	o/–	o	o	o	o	+/-	+/-	+/-	
14. ZINK/ KRAAGSTUK	constructief	o	o	+	+	+	+	+	+	+	afh. van stortmateri- aal traditioneel kraagstuk +
	ecologisch	–	–	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	
15. NATUURSTEEN- ELEMENTEN	constructief	nvt	nvt	o	+	+	+	+	+	+	niet begroeibaar / doorgroeibaar
	ecologisch	nvt	nvt	o	o	o	o	o	o	o	
16. FOSFORSLAK	constructief	o	o	+	+	+	+	+	+	+	niet in binnenwater
	ecologisch	–	–	–	–	–	–	–	–	o	

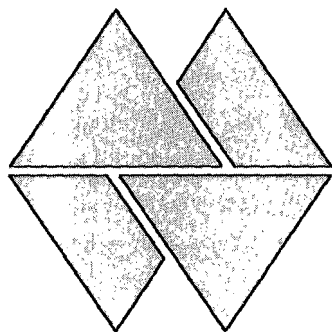
MATERIAAL	ASPECT	WATERTYPEN								Opmerkingen
		Kleine Waterloop	Stadswater	Beek	Grote Rivier	Kanaal	Meer zoet	Meer brak	Getijde Water zout	
17. STAALSLAK	constructief	o	o	+	+	+	+	+	+	niet in binnenwater
	ecologisch	—	—	—	—	—	—	—	—	
18. MIJNSTEEN	constructief	nvt	nvt	+/o	+/o	+/o	+/o	+/o	+/o	
	ecologisch	nvt	nvt	o/-	o/-	o/-	o/-	o/-	o/-	
19. GRANULAAT	constructief	+/o	+/o	o	o	o	o	o	o	
	ecologisch	o	o	o	o	o	o	o	o	
20. KUNSTMATIGE GRANULATEN/	constructief	?	?	?	?	?	?	?	?	achter een damwand of als lichte ophoging
GEËXPANDEERDE KLEIKORRELS	ecologisch	?	?	?	?	?	?	?	?	
21. BLOKKENMAT	constructief	+/o	+/o	+/o	+	+	+	+	+	mits voldoende doorgroeibaar
	ecologisch	o/-	o/-	o/-	o	o	o	o	o	
22. BETONELEMENT	constructief	o	o	+/o	+	+	+	+	+	mits voldoende doorgroeibaar/ begroeibaar
	ecologisch	—	o/-	o/-	o	o	o	+	+	
23. ZANDCEMENT-BLOK	constructief	nvt	nvt	nvt	+	+	+	+	+	tijdelijke toepassing
	ecologisch	nvt	nvt	nvt	+/o	+/o	+/o	+/o	+	
24. COLLOIDAAL-BETON (open/dicht)/	constructief	nvt	nvt	o	+	+	+	+	+	
PENETRATIE-MORTEL	ecologisch	nvt	nvt	o/-	o/-	o/-	o/-	o	o	
25. GLASVEZEL VERSTERKT CEMENT	constructief	pm								open : o, mits voldoende doorgroeibaar
	ecologisch	pm								

MATERIAAL	ASPECT	WATERTYPEN								Getijde Water zout	Opmerkingen
		Kleine Waterloop	Stadswater	Beek	Grote Rivier	Kanaal	Meer zoet	Meer brak			
26. OPEN STEEN- ASFALT/	constructief	+/-	+/-	+/-	+	+	+	+	+		
OPEN STEEN- ASFALMAT	ecologisch	o/-	o/-	o/-	o	o	o	o	o		
27. ASFALT	ecologisch	nvt	nvt	-	-	-	-	-	-		
Asfaltbeton	constructief	nvt	nvt	o	+	+	+	+	+	niet onder water of in tijzone	
Mastiek	constructief	nvt	nvt	o	+	+	+	+	+		
Penetratiemortel	constructief	nvt	nvt	+	+	+	+	+	+		
Dicht steenasfalt	constructief	nvt	nvt	o	o	o	+	+	+		
Zandasfalt	constructief	nvt	nvt	+	+	+	+	+	+		
Membraan	constructief	nvt	nvt	+	+	+	+	+	+		
28. VERDUUR- ZAAMD STAAL	constructief	o	+	+	+	+	+	+	+		
	ecologisch	-	-	-	-	-	-	-	-		
29. RECYCLED KUNSTSTOF	constructief	+	+	+	-	o	o	o	o		
	ecologisch	o	o	o	-	o	o	o	o	mits als natuurvrien- delijke constructie	
30. GEOKUNST- STOFFEN	constructief	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-		
geotextielen	ecologisch	o	o	o	o	o	o	o	o	afh. van type (zie infoblad)	
31. GEOKUNST- STOFFEN	constructief	+	+	+	o	o	o	-	-		
structuurmatten	ecologisch	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	afh. van type (zie infoblad)	

MATERIAAL	ASPECT	WATERTYPEN								Getijde Water zout	Opmerkingen
		Kleine Waterloop	Stadswater	Beek	Grote Rivier	Kanaal	Meer zoet	Meer brak			
32. GEOKUNST- STOFFEN geogrids, schermen etc.	constructief	o	o	nvt	nvt	o	nvt	nvt	nvt	afh. van type (zie infoblad)	
	ecologisch	o	o	nvt	nvt	o	nvt	nvt	nvt		
33. GEOKUNST- STOFFEN geomembraan	constructief	nvt	+	nvt	nvt	+	+	nvt	nvt	mits waterdichtheid wordt bedoeld	
	ecologisch	nvt	-	nvt	nvt	-	-	nvt	nvt		

Advertenties en redactionele bijdragen

Bureau Waardenburg bv	104
HAM-VOW	104
Horman	104
Nautilus Schanskorven B.V.	105
Corepro B.V.	105
Colbond Geosynthetics	106/107
Arcadis Heidemij Advies	108/109
Bitumarin B.V.	110/111
De Hoorn/Nederhemert	112/113
Novatech Nederland B.V.	114/115
Koninklijke Boskalis Westminster nv	116
INFRAM	116
De Vries & van de Wiel	116
GreenBanks Erosion Control Systems	117
Ten Cate Nicolon bv	117
Ecologisch Waterbeheer Sessink	117
Ingenieursbureau BCC	117



maatwerk met visie

Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Inventarisatie en onderzoek
macrofauna-inventarisatie
visstandbemonstering
herpetofauna-inventarisatie
vogelonderzoek
vegetatiekartering
aquatische ecologie
ecosysteemanalyse
geografische informatiesystemen

Visie- en planvorming
natuurontwikkeling
landschapvisies
groenstructuurplannen
ecologische infrastructuur
integraal waterbeheer
milieu-effectenrapportage

Inrichting en beheer
natuurvriendelijke oevers
helofytenfilters
stedelijk groen
faunavoorzieningen
beheersplannen
besteksvorbereiding
projectbegeleiding

Monitoring en evaluatie
flora en vegetatie
fauna

Onderwateronderzoek
onderwaterfotografie
-film
-video

Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu
kwaliteitssysteem ISO 9001 gecertificeerd

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Varkensmarkt 9, 4101 CK Culemborg
Telefoon 0345 - 512710

Fax 0345 - 519849
E-mailadres wbb@buwa.nl
Website www.buwa.nl

HAM-VOW gaat tot de bodem voor een veilige kust



HAM-VOW heeft een diepgaande kennis en ervaring op het gebied van kust- en oeverwerken. Wij leveren een belangrijk aandeel in o.a. de Deltawerken, de aanleg van de Stormvloedkering in de Nieuwe Waterweg en de zeedijkverhogingen in Friesland. Als Nederlandse vestiging van HAM [onderdeel HBG] heeft HAM-VOW de technische en de financiële basis om vrijwel elk project te realiseren.

ham-vow

HAM-Van Oord Werkendam bv
Sasdiik 34, Postbus 8,
4250 DA Werkendam.
Telefoon: 0183-502244.
Telefax: 0183-504247.

HAM-VOW voorop in grond- en waterwerken

NIEUW !!

Kokosrol

tegen oever erosie

Voordelen:

- Plantgaten vooraf in kokosrol aangebracht
- Ieder patroon van plantgaten mogelijk
- Leverbaar in diverse diameters en lengtes
- Kokosrollen omhuld met een kokosnet of polypropreen net gevuld met kokosvezel
- Ook leverbaar in vierkante uitvoering

Ook andere kokosproducten leverbaar zoals:

- * Pillows * Kokosmatten, geweven of gestikt
- * Drainagefilters van kokos
- * Kokosvezel geperst in balen

Distributeur voor de Benelux

HORMAN

Postbus 5240 - 3295 ZJ 's-Gravendeel
Tel. 078-6731400 - Fax 078-6732379
e-mail: horman@worldonline.nl

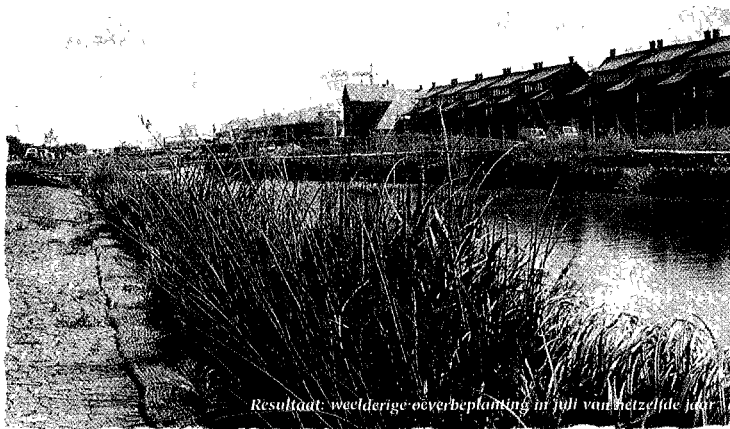
Marketingkantoor voor Europa, Haylex BV - Barendrecht

Aqua-Flora geeft de oever haar natuur terug

producten



Aanleg Aqua-Flora in februari



Resultaat: weelderige oeverbeplanting in juli van hetzelfde jaar

Aqua-Flora® producten zijn de volmaakt natuur- en milieuvriendelijke oeverbescherming en worden vervaardigd uit pure kokosvezel. Ze worden geleverd als matten, rollen en 'floats' waar al water-

oeverplanten in zijn aangeplant. Deze planten geven de oever en de waterpartij een natuurlijk karakter en zorgen voor een groene stoffering en een duurzaam ecosysteem. De bijbehorende micro-organismen

verbeteren tevens de kwaliteit van het water (helofytenfilter). Laat u uitvoerig informeren over de natuurlijke mogelijkheden van Aqua-Flora producten en bel (072) 533 13 99.


Nautilus
de eco-groene stedenbouwkundige en bio-civiele specialisten

NAUTILUS SCHANSKORVEN B.V., DE RONGE 34, 1852 XC HEILOO. TELEFOON (072) 533 13 99, FAX (072) 533 43 34.
(Ook voor schanskorven - zowel het gevlochten als het gelaste type - voor o.a. landschapselementen, geluidsmuren, grondkering en oeverbescherming.)

COREPRO OEVERBESCHERMING

Onderhoudsvrij beschoeiingssysteem



Geproduceerd van hergebruikte kunststoffen
Goede bevestigingsmogelijkheid
Goede U.V. bestendigheid
Vorstbestendig
Zeer duurzaam en grote slagsterkte



Beschoeiingspanelen
Combipalen
Taludmatten

COREPRO B.V.
POSTBUS 224, 7740 AE COEVORDEN
TELEFOON 0524-519521, TELEFAX 0524-519465

Naast de bekende kunststofbeschoeiing – panelen en combipalen (een kunststofpaalkop gemonteerd op een niet-geïmpregneerde vuren houten paal) – heeft Corepro nu ook een soepele taludmat in haar programma. Met behulp van deze taludmat, wordt voorzien in de toenemende behoefte om (natuurlijke) oevers te beschermen tegen uitspoeling door golfslag en tegen schade zoals o.a. betreding door vee.

De taludmat is een soepele en stevige mat die gemakkelijk de vorm van het talud aanneemt. De matten (werkende maat 60 x 120 cm) kunnen eenvoudig aan elkaar en in de grond worden bevestigd m.b.v. eveneens door Corepro ontwikkelde en geproduceerde kunststof pennen. De uitgespaarde gaten (4 x 4 cm) in de mat maken doorgroei van planten optimaal mogelijk.

Eigenschappen taludmat:

- Geproduceerd van hergebruikte kunststoffen
- Goede bevestigingsmogelijkheid
- Goede U.V. bestendigheid
- Vorstbestendig
- Geen uitloog problemen
- Geen milieubelasting
- Zeer duurzaam
- Grote slagsterkte

ENKAMAT A, DÉ BESCHERMING TEGEN EROSIE VAN OEVERS EN WATERKERINGEN.



De oever van dit meer, met een strijklengte van ± 4 km., wordt zwaar belast door golven. Ondanks de aanwezige golfbreker is er veel schade ontstaan door afkalving.

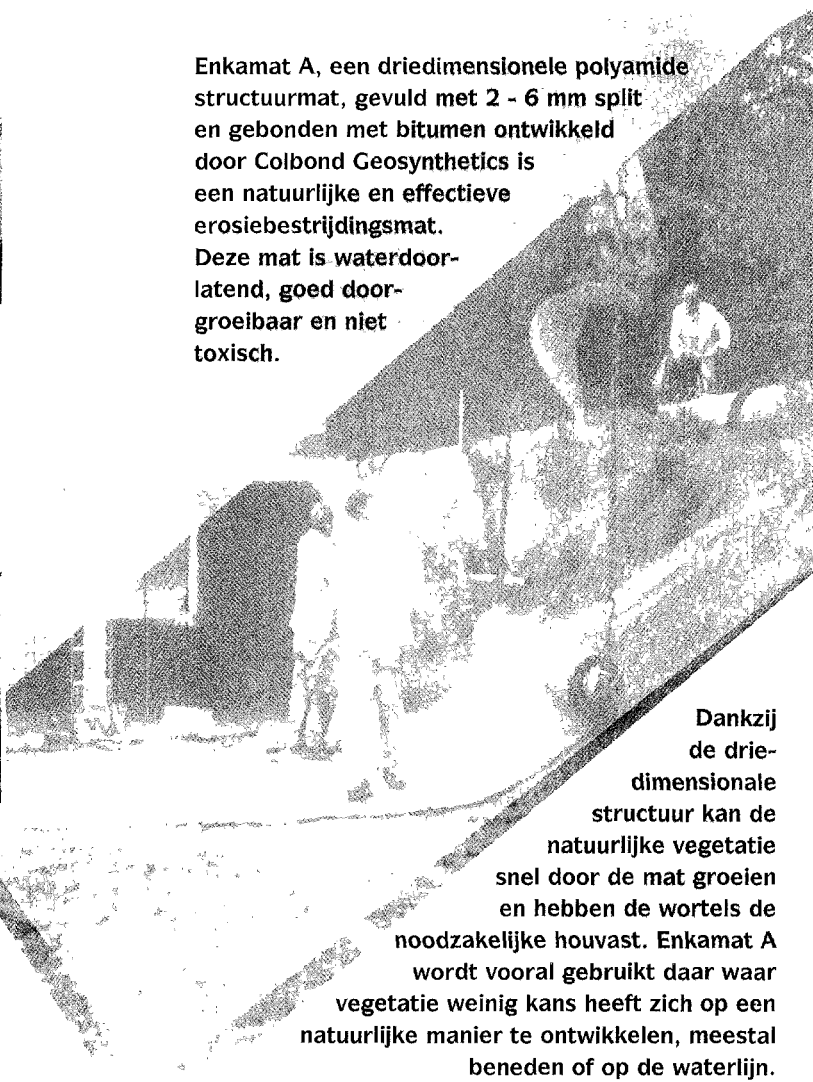


Na herprofilering werd Enkamat A2015 aangebracht en tot $\pm 0,25$ m. boven het winterpeil afgestort. De stortsteen fungeert als golfbreker.



Na ca. 1 jaar is het talud o.a. door de aanwezige rietwortels volledig begroeid en biedt tesamen met de Enkamat A2015 een uitstekende bescherming tegen afkalving.

Enkamat A, een driedimensionele polyamide structuurmat, gevuld met 2 - 6 mm split en gebonden met bitumen ontwikkeld door Colbond Geosynthetics is een natuurlijke en effectieve erosiebestrijdingsmat. Deze mat is waterdoorlatend, goed door-groeibaar en niet toxisch.



Dankzij de driedimensionale structuur kan de natuurlijke vegetatie snel door de mat groeien en hebben de wortels de noodzakelijke houvast. Enkamat A wordt vooral gebruikt daar waar vegetatie weinig kans heeft zich op een natuurlijke manier te ontwikkelen, meestal beneden of op de waterlijn.

COLBOND

GEOSYNTHETICS

Meer informatie?

Colbond Geosynthetics
Postbus 9600, 6800 TC Arnhem
Tel: 026 - 366 46 00
Fax: 026 - 366 58 12

Email: geosynthetics@colbond.com
Internet: www.geosynthetics.nonwovens.akzonobel.com

Enkamat® A20 geïntegreerd in infrastructuur

Er wordt steeds meer waarde gehecht aan landschappelijke inpassing van wegenbouw- en andere infrastructuurele projecten. De leefbaarheid van woon- en werkomgeving heeft een hoge prioriteit en ecologische criteria leggen een groeiend gewicht in de schaal bij ontwerp en realisatie van uiteenlopende projecten. Ongeacht karakteristieke omgevingscondities speelt met name de factor begroening een hoofdrol.

Deze ontwikkelingen resulteren in specifieke eisen en wensen met betrekking tot de toe te passen materialen.

Alleen "mooi" is niet genoeg.

De juiste balans tussen esthetische, ecologische, praktische en economische aspecten, is een absolute voorwaarde.

Enkamat, een driedimensionale polyamide structuurmat van Colbond Geosynthetics, voldoet aan het brede scala van eisen en wordt dan ook al meer dan twintig jaar veelvuldig toegepast.

In samenwerking met Rijkswaterstaat werd in 1996 door studenten van de TU Delft, een onderzoek uitgevoerd naar de toestand van oevers en begroening van 28 projecten die in de loop van de jaren werden voorzien van Enkamat A20. Uit het onderzoek bleek dat het materiaal in alle onderzochte projecten aan alle eisen heeft voldaan.

Een toepassing van recente datum is het project "Infrastructuur Noord-Drenthe", waar zo'n 11.000 m² Enkamat A20 is geïnstalleerd.

Bescherming van de natuurlijke vegetatie

Enkamat biedt effectieve oppervlaktebescherming op plaatsen zoals taluds, waar begroeiing wordt bedreigd door erosie, veroorzaakt door wind en water. Enkamat versterkt de natuurlijke vegetatie, met name in de kritische periode waarin deze zich ontwikkelt.

De mat zorgt ervoor dat de toplaag van het talud intact blijft zolang deze nog onbegroeid is en voorkomt dat graszaad wordt weggespoeld. Door de driedimensionale structuur kan de natuurlijke vegetatie snel door de mat groeien en krijgen de wortels de noodzakelijke houvast. Op deze wijze vormen de mat en de vegetatie een geïntegreerd beschermingssysteem tegen erosie.

Enkamat® A20: bescherming op en onder de waterlijn

Enkamat A20 is ontwikkeld voor toepassing op oevers en waterkeringen, zoals in het genoemde project "Infrastructuur Noord-Drenthe".

Enkamat A20 is voorgevuld met een mineraalfilter van 2-6 mm split en gebonden met bitumen. Dit geprefabriceerde mineraalfilter is, net als de mat zelf, niet toxisch, goed waterdoorlatend en door het grote poriënvolume uitstekend door- en begroeibaar. Met Enkamat A20 kan zelfs op kritische plaatsen, zoals op en onder de waterlijn, zonder concessies worden voldaan aan de meest uiteenlopende ecologische wensen.

Project "Infrastructuur Noord-Drenthe"

Het project betreft een integraal plan voor de verbetering van de wegenstructuur in Noord-Drenthe en omvat onder meer de aanleg van ca. twaalf km weg, een drietal rotondes, alsmede tien kruisingen en aansluitingen.

De realisatie van het project is gestart in 1992 en is begin 1998 voltooid. Binnen het concept van de landschappelijke inpassing is veel aandacht besteed aan de vormgeving, aanvullende beplanting en aan faunapassages. De in dit plan opgenomen waterlopen geven aan het concept een extra dimensie. Bij de aanleg van deze waterlopen heeft de provincie gekozen voor toepassing van Enkamat A20 als oeverbescherming.

Grondsamenstelling

Bij de aanleg van de watergangen moest rekening worden gehouden met verschillende condities die kenmerkend zijn voor Noord-Drenthe. Behalve de noodzaak om tijdens de aanleg de hoge grondwaterspiegel te verlagen, speelde de grillige samenstelling van de grond een cruciale rol. Deze varieert van glibberige, moeilijk begroeibare potklei tot zeer erosiegevoelige zandlagen.

Enkamat A20 is bij uitstek het geschikte materiaal gebleken voor de noodzakelijke taludbescherming onder deze complexe condities.

Enkamat® A20 in de praktijk

De bij de uitvoering van het project betrokken instanties zijn unaniem positief over de voordelen van Enkamat A20 in de praktijk. De mat is makkelijk en snel te verwerken en aanpassingen, zoals bijvoorbeeld het achteraf aanbrengen van faunapassages, zijn eenvoudig te realiseren.

De mat wordt gebruikt op de taluds. De bodem van de waterlopen is niet bekleed. Er is dus geen enkel probleem bij eventueel uitdiepen of opschonen. Na egalisatie zijn de taluds eerst ingezaaid, waarna Enkamat A20 is geïnstalleerd. Om onderspoeling te voorkomen is de mat zoals gebruikelijk aan de bovenzijde en op de bodem ingekast. Enkamat A20 wordt met pennen verankerd. Nabewerking is in principe niet nodig.

Hoewel de oevers van het Drentse project door de grondsamenstelling bepaald niet vruchtbaar zijn, vertonen zij inmiddels een stevige en volle begroeiing.

Enkamat® A20 is door het Hygiene Instituut in Gelsenkirchen goedgekeurd voor toepassing in drinkwaterbassins. Testbericht nr. A2170/82.

Alle Enkamatproducten zijn volledig recyclebaar en geschikt voor duurzaam bouwen. Alternatieve mogelijkheden voor hergebruik zijn in ontwikkeling.

GEOSYNTHETICA; STRUCTUURMATTEN

Definitie

Een structuurmat is een mat met een driedimensionale structuur, opgebouwd uit kunststof polyamide (PA), polyethyleen (PE) of polypropyleen (PD).

Nadere informatie

Structuurmatten hebben een "pannesponsstructuur" waarin monofilament draden elkaar in alle richtingen kruisen. De samenhang wordt verkregen door versmelting van de draden op hun kruispunten. Er bestaan ook structuurmatten welke opgebouwd zijn uit meerdere lagen vlakke netjes, welke plaatselijk thermisch zijn verbonden.

Kenmerken zijn:

- dikte 10 - 20 mm;
- poriënvolume > 80%;
- grote oppervlakteruwheid;
- geheel open structuur met of zonder vlakke onderzijde.

Voorgevulde structuurmatten zijn fabrieksmatig gevuld met een mineraalfilter van split 2–6 mm, gebonden door bitumen.

Toepassingsgebied

Een open structuurmat wordt toegepast als bescherming van droge hellingen die erosiegevoelig en meestal steil zijn. De voorgevulde mat wordt met name toegepast als oeverbescherming van sloten, beken, kanalen en rivieren met beperkte scheepvaart en plassen.

Constructieve aspecten

De structuurmatten zijn doorgroeibaar en worden aan de oppervlakte van het talud ingebouwd, ingezaaid en gevuld met teelaarde. Ook voorgevulde structuurmatten zijn zeer goed doorgroeibaar.

Materiaalkundige aspecten

- Massa: ongevuld 250–600 g/m², voorgevuld 20 kg/m².
- Afmetingen: ongevuld lengte 60–150 m, breedte 1–5,75 m; voorgevuld lengte 20 m, breedte 4,80 m.
- Duurzaamheid: 5–25 jaar, afhankelijk van stabilisatoren in de kunststof en de dichtheid van vegetatie.

Milieu-aspecten

De samenstelling van kunststof is afhankelijk van herkomst of fabricage. Kunststoffen zijn energie-intensieve producten. Door de geringe massa van de structuurmatten is de schade per oppervlakte-eenheid product echter zeer beperkt. Uitloging van verontreinigde stoffen zijn niet aantoonbaar; geosynthetische structuurmatten zijn chemisch inert.

Een structuurmat is in principe niet zichtbaar in de oeverconstructie.

Ecologische aspecten

De driedimensionale structuurmat is goed doorgroeibaar, ook indien deze voorgevuld is. Met het gras, riet en andere oeverplanten groeit de mat vast aan de ondergrond.

Voor een goede ontwikkeling van de vegetatie is een goed oppervlaktecontact tussen de bekledingslaag en de mat belangrijk.

De effecten van een structuurmat op de fauna betreffen vooral de (verticale) verplaatsingsmogelijkheden van ongewervelde dieren, maar ook op grotere dieren zoals de woelrat. Omdat de doorlatendheid goed is kunnen deze dieren zich zowel boven als onder de mat verplaatsen. Een structuurmat biedt hiervoor goede mogelijkheden.

Uitvoering en onderhoud

Structuurmatten worden met een overlap aangebracht om de continuïteit in de bescherming te waarborgen.

Voor een goede ontwikkeling van de vegetatie is een goed oppervlaktecontact tussen de mat en de ondergrond belangrijk; indien nodig extra pennen plaatsen.

De mat inzaaien en licht "over"vullen met teelaarde. Bij voorgevulde matten dient eerst te worden gezaaid voordat de mat wordt uitgerold.

In geval van uitspoelen of beschadiging de mat vastpennen, inzaaien en vullen.

Structuurmatten zijn relatief goedkoop en gemakkelijk en snel aan te brengen.

Conclusies voor gebruik in oevers

Kunststof structuurmatten zijn goed bruikbaar in kleine wateren en bieden redelijk goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. In rivieren en kanalen met veel scheepvaart in verband met golfbelasting minder goede mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Kunststoffen zijn energie intensieve producten; de geringe massa beperkt de schadelijkheid per oppervlakte-eenheid product.



Niets staat op zichzelf

ARCADIS is een internationaal, multidisciplinair advies- en ingenieursbureau met meer dan 7000 medewerkers. Wereldwijd één van de grootste en in Nederland marktleider. Onze kerntaak is het ontwerpen en uitvoeren van integrale oplossingen voor vraagstukken over ruimtelijke inrichting, infrastructuur, milieu, bouw en vastgoed-informatie. Vele duizenden projecten in meer dan honderd landen zijn hiervan bewijs.

Onze visie is gericht op duurzaamheid, op een maximale toegevoegde waarde. Het besef dat elk afzonderlijk project onderdeel uitmaakt van een groter geheel is daarbij essentieel.

De opdrachten waar ARCADIS aan werkt komen zowel uit de private- als de publieke sector.

Wij zijn onze klanten van dienst met onderzoek, adviezen, plannen, ontwerpen, directievoering, proces- en projectmanagement en met de realisatie van projecten. Daarbij staat niets op zichzelf.

Onze oplossingen zijn grensoverschrijdend, met consequenties voor vele decennia. Dat schept een grote maatschappelijke verantwoordelijkheid. Onze medewerkers kiezen daarom voor commitment naar elkaar, naar opdrachtgevers en naar de toekomst. ARCADIS is een belofte. Een belofte voor een betere leefomgeving, nu en straks.

Voor meer informatie: 026 - 377 8911, 026 - 377 8701
Internet: www.arcadis.nl

"Waar mogelijk water de ruimte geven"

Natuurlijke materialen als oeverbescherming

Bij ARCADIS staat zorg voor natuur en milieu hoog op de agenda. Om het ecologisch evenwicht te waarborgen, brengt ARCADIS Heidemij Advies natuurvriendelijke oevers aan langs beken en grote rivieren. Werkzaamheden omvatten zaken als het schrijven van inrichtings- beheers- en onderhoudsplannen, opstellen van bestek en directievoering en monitoringsplannen. Daarbij wordt vaak samengewerkt met ARCADIS Heidemij Realisatie.

"Waar het mogelijk is, krijgen waterlopen de ruimte", zegt Jos Kroets, projectleider bij ARCADIS Heidemij Advies. "Je krijgt dan de meeste kans op echte natuurontwikkeling. Een voorbeeld is de Hierdense beek. We hebben in opdracht van het Waterschap Veluwe langs deze beek naast natuurvriendelijke oevers, takkenbossen als tijdelijke oeverbescherming aangebracht. Een aanzet voor de vormgeving van de beek was hier voldoende. De kracht van wind en water zijn vervolgens de werkelijke vormgevers."

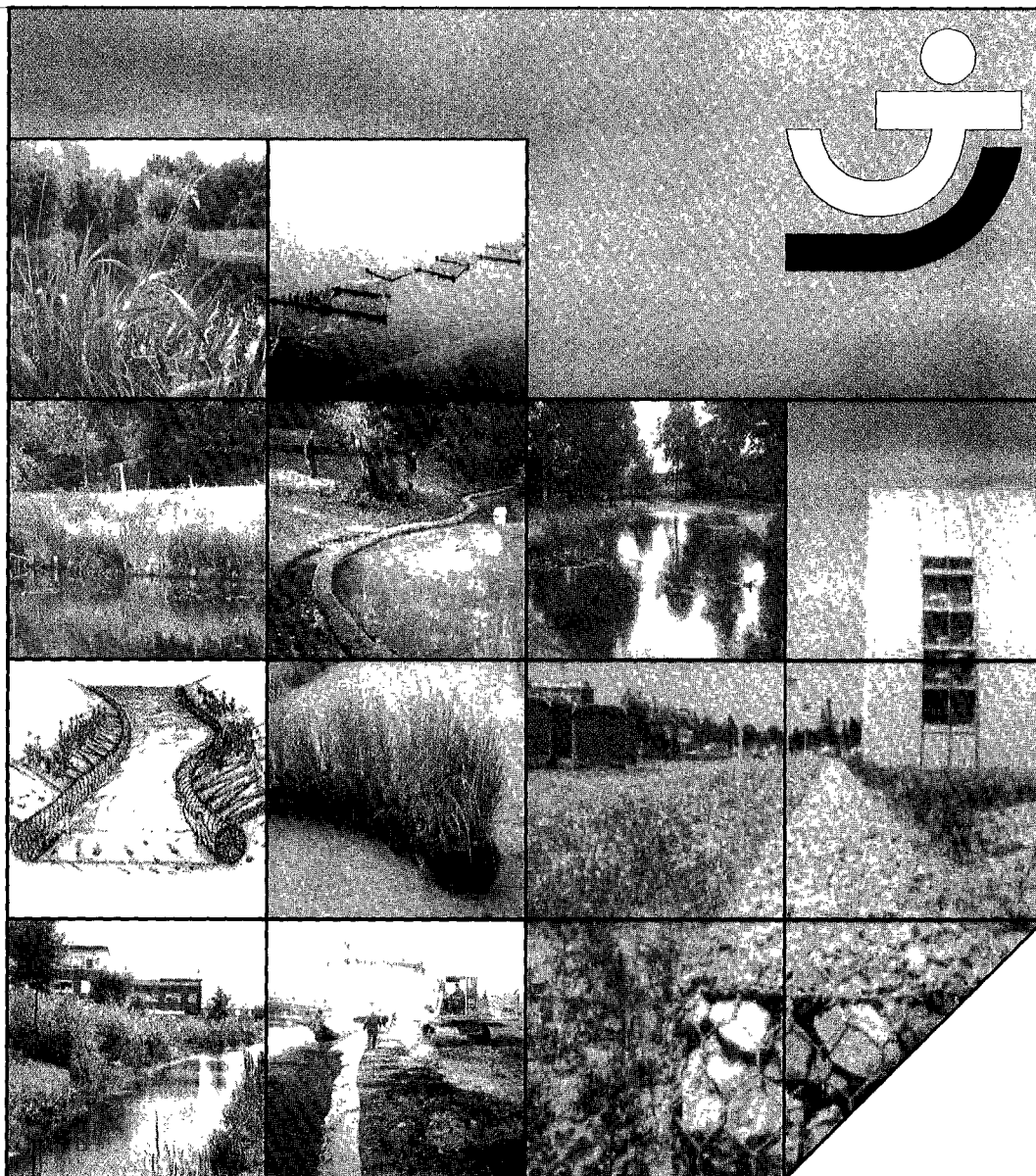
Het gebruik van takkenbossen als oeverbeschermingsmateriaal biedt structuur aan een watergang en kan de ecologische waarde verhogen. Het hout trekt namelijk drijvend en zwevend organisch materiaal aan en fungeert als vestigingsplaats voor microscopische planten en dieren. Vissen en amfibieën zetten hun eieren erin af. Op het hout dat boven water uitkomt groeien mossen en leven insecten en insektenetende vogels. Het hout fungeert ook als broedplaats voor vogels en als vestigingsplaats voor zoogdieren. Om doorgang van vis in de beek te waarborgen zijn stuwen vervangen door vis-trappen.

Naast verhoging van de ecologische waarde verhoogt het gebruik van natuurlijke oeverbescherming ook de recreatieve waarde van een waterloop. Takkenbossen zijn goed inzetbaar in laaglandbeken. In grotere watergangen kan gebruik gemaakt worden van kokosmatten. Kroets: "Natuurlijk is een dergelijke oeverbescherming niet overal mogelijk. In watergangen waar waterafvoer en scheepvaart belangrijke functies zijn, zal gekozen worden voor harde, vaak kunstmatige oeverbeschermingsmaterialen."

Janet Olthof is specialist ecologie in het project "Natuurvriendelijke Oevers Maas". Dit project van Rijkswaterstaat heeft tot doel langs de gehele Maas een natuurvriendelijke oever van 75 meter lengte te realiseren. Op korte termijn wil Rijkswaterstaat op de rechteroever, boven- en benedenstrooms van de Loonsche waard, een natuurvriendelijke oever van meerdere kilometers aanleggen. ARCADIS Heidemij Advies schrijft hiervoor het inrichtingsplan en levert het RAW bestek voor de natuurvriendelijke inrichting van dit gebied. "De inrichting van het oevertraject wordt zo goed mogelijk afgestemd op de huidige waarden en potentiële ontwikkelingen in het plangebied. De afstemming met de toekomstige terreinbeherende organisatie is daarbij een essentieel onderdeel", aldus Janet Olthof. "Randvoorwaarden voor de inrichting van de oever worden uitgewerkt in een overzicht van kansen en knelpunten voor het oevertraject. Vervolgens wordt een principe-streefbeeld opgesteld, dat wordt uitgewerkt in een inrichtingsschets."



Met andere woorden, ARCADIS Heidemij Advies voelt zich duidelijk thuis in (rivier)beddingen. In het kader van natuurvriendelijke oevers is ARCADIS Heidemij Advies betrokken bij een scala van activiteiten, variërend van quick scans en herstel- en verbeteringswerkzaamheden, tot inrichtingsplannen en natuurontwikkeling.



bitumarin**bv**

aannemer kust en oeverwerken

Gespecialiseerd in:

Fixtone® constructies rond / onder de waterlijn

dijkverzwaringen / gloopingsconstructies

offshore producten in asfalt

aanleg milieuvriendelijke oevers

leverancier groene oeversystemen : Systeem Bestmann®

ontwerp en advies

Waaldijk 5 , Postbus 1 - 4184 ZG - OPIJNEN

Tel 0418 - 657300 Fax 0418 - 657350

e-mail bitumarin@wxs.nl

Groene Oeversystemen

Bitumarin® is sinds de jaren '60 actief als aannemer in onder andere het aanleggen van milieuvriendelijke oeverconstructies. Dit gebeurde meestal in de vorm van doorgroei-constructies van Fixtone® open steen asfalt. Fixtone®, met een holle ruimte percentage van ongeveer 30% en daarover heen een laagje grond, geeft vele mogelijkheden voor begroeiing (gras, oevervegetatie e.d.).

Fixtone® wordt toegepast in zowel kleine c.q. grote watergangen en als dijkbekleding. Met dit materiaal is het mogelijk om een groen talud te combineren met een degelijke erosie-bescherming. Fixtone® voldoet volledig aan het bouwstoffenbesluit en is een Categorie 1 bouwstof. Dit betekent dat het voldoet aan de huidige strenge milieu-eisen (o.a. uitloogbaarheid en recycling).

Omdat (duurzame) milieuvriendelijke constructies altijd onze belangstelling hebben, voeren wij sinds enkele jaren de exclusieve rechten van Groene Oeversystemen van Systeem Bestmann®.

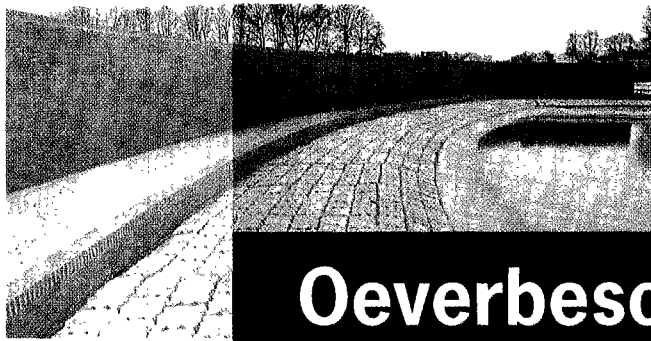
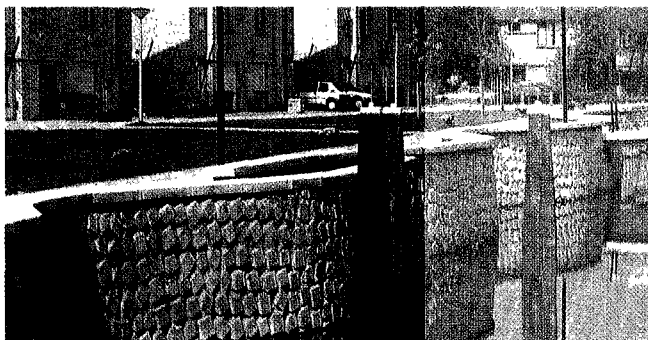
Deze omvatten onder andere het ontwerpen en leveren van een breed assortiment aan producten voor de aanleg van milieuvriendelijke oevers.

Enkele producten hiervan zijn bijvoorbeeld de met oevervegetatie begroeide kokosmaterialen (Geomat® en Georol®), steenrollen en steenmatrassen.

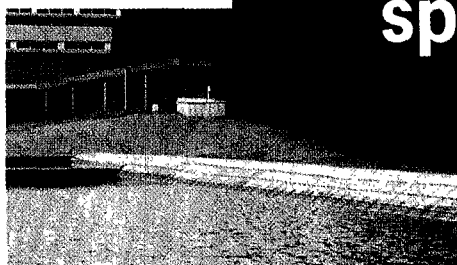
Bitumarin kan deze materialen leveren en desgewenst aanbrengen.

Tevens adviseren wij in de uitwerking van ontwerpplannen.

Bitumarin heeft dan ook met plezier meegewerkt aan het tot stand komen van dit CUR-boek, en wij hopen een substantiële bijdrage te kunnen leveren aan de vele geïnteresseerden die tot de aanleg van milieuvriendelijke oevers willen overgaan.



Oeverbescherming is specialistenwerk



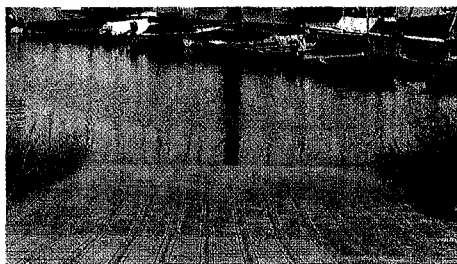
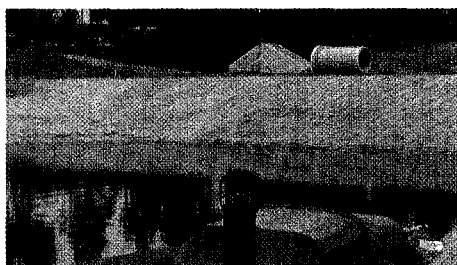
Als marktleider mag De Hoorn/Nederhemert zich al jarenlang de specialist noemen als het gaat om erosiepreventie. Nationaal en internationaal worden met veel succes Basalton betonzuilen en Betomaten toegepast.

Met de Basalton Eco zuil draagt De Hoorn/Nederhemert ook haar steentje bij als het gaat om natuurvriendelijke toepassingen. Met deze zuil worden dijken weer groen en krijgt het landschap zijn oorspronkelijke aanzien.

De Betomat grasbetontegel beschermt oever en talud. Doordat de betonblokken met kunststof pennen op geotextiel zijn bevestigd zijn deze matten na jaren weer op te nemen en te herleggen.

Als specialist heeft De Hoorn/Nederhemert vele andere producten die de aankleding van talud, oever en dijk compleet maken.

Bel voor inlichtingen en uitgebreide documentatie met de afdeling Verkoop.



**DE HOORN/
NEDERHEMERT**

De Uiterwaard 3, 5308 LT Aalst

Telefoon 0418-552433, Fax 0418-552863

LEVERINGSPAKKET

Basalton® betonzuilen Omdat dijken niet recht zijn, is er Basalton, met 6 hoogten, 3 structuren en 18 onregelmatige vormen. Nu met KOMO-keur.

Basalton® Eco zuilen Met een poreuze lava toplaag voor een betere vegetatie.

Betomat® PE-GR Voor een optimaal begroeide oever.

Betomat® KA-VB Een kabelmat als bescherming tegen uitspoeling.

Betomat® PE-VB Betonblokken met kunststof pennen op geotextiel. Voor oevers en het afdekken van folies.

Betomat® Eco Zand-cement blokjes op kokosmat voor kleinschalige projecten.

L+S Grasbetontegels Met een uitgekiend profiel, waardoor deze goed beloop- en berijdbaar zijn.

L+S Grasbetontegels type Bagra® heeft één rechte zijde en sluit daardoor beter aan op het wegdek.

Beschoeiingselementen De milieuvriendelijke oplossing voor een optimale beschoeiingsconstructie.

Traptreden Standaard in betongrijs, ook in kleur en gestraald te leveren.

NIEUW

NIEUW

Erosiecontrole met betonelementen, veilig en natuurlijker

Een onderhoudsvrije en groene oever dat zijn de twee belangrijkste eisen die waterbeheerders tegenwoordig steeds vaker stellen. In de afgelopen jaren is door De Hoorn/Nederhemert in samenwerking met vele beheerders een assortiment aan erosiebeschermingsproducten ontwikkeld. Hierbij zijn maatwerk en aandacht voor milieu en ecologie de sleutelwoorden, zonder dat de noodzakelijke veiligheid uit het oog wordt verloren. Of het nu om een zware zeedijk, een doorgroeiconstructie langs een spuikanaal of een natuurvriendelijke oeverbekleding gaat voor elke constructie is een passende oplossing beschikbaar.

De aanleg van oevers is de laatste jaren sterk veranderd. Dacht men vroeger dat een oeverconstructie sterk en vrij van vegetatie moest zijn, tegenwoordig is er een nieuwe trend merkbaar. Niet alleen bij waterbeheerders van zeeweringen, rivieren en kanalen maar ook bij kleinere watergangen staat de oeverzone volop in de belangstelling. Primair zijn de veiligheid en onderhoudskosten belangrijk maar ook is er behoefte aan oevers die als groene linten door het landschap lopen. Door gebruik van de juiste producten krijgt flora en fauna weer kans om te ontwikkelen.

Van Amsterdam tot Sint Petersburg: betonzuilen

In Nederland ontwikkeld en toegepast zijn de betonnen Basalton en Eco zuilen. Hoog water in Duitsland en Polen doen ook daar de vraag naar erosiebescherming toenemen. Zelfs in het Russische Sint Petersburg is er interesse voor de Nederlandse producten. Schaalvergroting in de waterbouw tijdens de Deltawerken vroeg om erosiebescherming die uit voorraad leverbaar is en die in korte tijd kan worden aangebracht. Tot die tijd werden vooral basaltzuilen en Vilvoordse steen gebruikt. In reactie hierop is Basalton ontwikkeld. Hierin zijn de voordelen van het zuilenbasalt gecombineerd met de procesmatige fabricagemethode van betonelementen. De kop van het tapse willekeurige achthoekige element is afgewerkt met basaltsplit. Dit geeft een hogere slijtvastheid en past goed in de traditionele rivierlandschappen. Een ander belangrijk voordeel van dit element is dat het machinaal kon worden aangebracht. In de tachtiger jaren bleek dat de specifieke flora en fauna die op de traditionele steenbekledingen voorkomt nagenoeg verloren was gegaan. Er kwam vraag naar steenbekledingen met een ecologische toplaag. De Hoorn/Nederhemert heeft hierop ingespeeld met de ontwikkeling van een betonelement met een uitgewassen laag lavasteen ...de Eco zuil. Hierbij zijn de voordelen van de Vilvoordse steen (begroeiing) geïntegreerd met de gunstige eigenschappen van Basalton. Beide producten worden geleverd met KOMO-certificaat.

Beschoeiingen: paal en schot in één element

Een beschoeiingsconstructie moet duurzaam maar ook milieuvriendelijk zijn. Veel materialen die in het verleden zijn gebruikt hebben bodemvervuiling veroorzaakt. Een betonnen beschoeiing is een milieuverantwoord en duurzaam alternatief ten opzichte van tot nu toe gebruikte oplossingen. Het beschoeiingssysteem bestaat uit elementen waarbij de paal en het schot in één element zijn geïntegreerd. Een hijsgat maakt plaatsing met een kraan volgens de ARBO-regels mogelijk. De elementen worden verbonden met een gegalvaniseerde koppelstrip met bijpassende bouten die in voorgespaarde gaten kunnen worden gestoken. De kwaliteit is gewaarborgd door levering onder KOMO certificaat zodat onderhoud tot een minimum beperkt blijft. Beschoeiingselementen worden toegepast als oeverbekleding, walkanten, taluds en voor het opsluiten van materiaal. Ze zijn gemakkelijk te plaatsen door trillen, drukken of spuiten. Voor gebruik in verschillende grondsoorten zijn ze leverbaar met paallengtes van 50 en 100 cm.

Kunststof, kokos en beton; doorgroeibare blokkenmatten

Een filterconstructie en een toplaag van betonelementen zo kan de Betomat in het kort worden beschreven. Het zijn matten van kunststofweefsel waarop betonblokjes met kunststofpennen zijn verbonden. Door keuze van een doorgroeibaar weefsel kunnen waterplanten zoals riet en biezen gemakkelijk doorgroeien zodat na enkele groeiseizoenen een groene oever ontstaat met een onzichtbare erosiebescherming. Toepassing zijn: direct op een talud van klei, of zandige grond of voor het afdekken van waterbasins van kunststoffolie in de golfzone. Een groenere variant voor tijdelijke bescherming is de Betomat Eco. Hierbij is het kunststof vervangen door een stevige kokosmat die na enkele groeiseizoenen verteert en waarbij de beschermingsfunctie wordt overgenomen door het wortelstelsel van planten. Vooral voor kleinere watergangen is dit een goede toepassing waarvan het resultaat gezien mag worden.

Doorgroeien, vastleggen en infiltratie; L + S grasbetontegels

Grasbetontegels vervullen een speciale rol bij de erosiebescherming. In het horizontale vlak zijn ze geschikt als groene parkeerplaats waarbij ze zorgen voor infiltratie van hemelwater, iets dat steeds belangrijker wordt bij het waterbeheer. In de waterbouw worden grasbetontegels toegepast op het talud van een dijk op plaatsen waar een grasmat alleen niet voldoende is. Ook als bescherming tegen scheepvaart in kleine watergangen is deze tegel in combinatie met aanplant van rietvegetatie een geschikte erosiebescherming. Ze zijn leverbaar met 28 % en 38 % openingen en gemakkelijk mechanisch te leggen. Bij keuze van het juiste inzaaimateriaal is weinig onderhoud nodig. Afvoeren van het maaisel leidt tot diepere worteling met een kruidachtige vegetatie die sterk en mooi is om te zien en aan allerlei insecten en vogels een goede leefomgeving biedt.

J. de Ruiter is adviseur erosiepreventie bij De Hoorn/Nederhemert, Aalst

FILAMAT

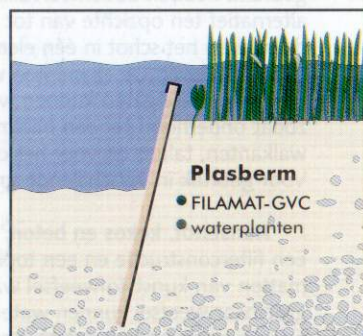


Natuurvriendelijke oeverbescherming



Filamat-glasvezelversterkt cement(GVC) beschoeiing wordt al 20 jaar verantwoord aangewend voor oeverbeschermingsconstructies. Het Filamat-GVC plaatmateriaal bevat geen milieubelastende stoffen, looft niet uit en is niet toxisch. Grondstoffen zijn zand, cement en glas. Al deze eigenschappen maken Filamat-GVC beschoeiing bijzonder milieuverantwoord.

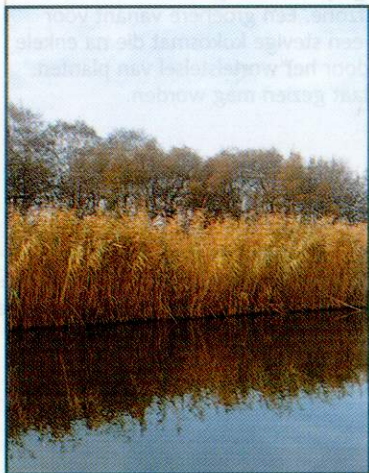
Met FILAMAT is het mogelijk om op vrijwel iedere locatie ecologische plasbermen te verwezenlijken. Met het FILAMAT-systeem krijgen flora en fauna langs de oever weer nieuwe impulsen. En minstens zo belangrijk: de oever wint aan landschappelijke waarde.



Uw argumenten:

- ISO-9002 en KOMO-keur
- milieuverantwoord
- demontabel
- extreem slagvast
- onderhoudsvrij
- licht van gewicht
- tropisch hardhout vervangend
- ecologisch verantwoord
- recyclebaar
- vorstbestendig
- snelle montage
- levensduur tot 50 jaar
- diverse hoogten
- eenvoudig bij bocht situaties

NEN-EN
ISO 9002



NOVATECH NEDERLAND B.V.,

een onderneming van de SAINT-GOBAIN GROEP en producent van FILAMAT
Einsteinstraat 5, Postbus 1133, NL-3840 BC Harderwijk, Nederland
Tel. 0341.46 57 40, Fax 0341.46 57 49

NOVATECH NEDERLAND

"NATURALLY YOUR PARTNER"

NOVATECH NEDERLAND BV uit Harderwijk is producent van de natuurvriendelijke FILAMAT oeverbescherming. Novatech is een bekende partner binnen het vakgebied oeverbescherming en breidt daarin steeds verder uit. Reeds 20 jaar ervaring binnen dit vakgebied liggen namelijk ten grondslag aan het succes van deze onderneming. De huidige producten voldoen aan alle moderne eisen.

NATUURVRIENDELIJKE OEVERBESCHERMING

Het is Novatech uiteraard niet ontgaan dat er een steeds grotere behoefte is aan oplossingen voor natuurvriendelijke oevers. Langs sloten en vaarten wordt namelijk steeds vaker ruimte gecreëerd om plasbermen aan te brengen. Hierdoor kan zich een natuurlijke oeverbegroeiing ontwikkelen. Flora en fauna langs de oever krijgen hierdoor meer ruimte. Het geheel krijgt een milieuvriendelijker aanzicht.

De markt zelf heeft bewezen dat met de elementen van FILAMAT het mogelijk is om op vrijwel iedere locatie plasbermen te realiseren. Ook onderwater kunt u iedere bocht maken, dankzij de unieke profilering van de elementen. De oever wordt beschermd tegen golfslag en stromingen en de plasberm blijft op zijn plaats. Zowel in stedelijke als in landschappelijke gebieden heeft ook deze inzet van FILAMAT zich reeds vele jaren bewezen.

IS GVC EEN MILIEUVRIENDELIJK MATERIAAL?

Ja, GVC is een 100% minerale samenstelling van zand, cement en glas. FILAMAT-GVC bestaat uit een matrix versterkt met alkali-resistente gesneden glasvezels van 4 cm en verticaal doorlopende glasvezeldraden.

De beschoeiing bezit hierdoor zowel een hoge buigsterkte als een extreem hoge slagvastheid.

Wat is de LEVENSDUUR?

Een onwaarschijnlijk lange levensduur van bijna 50 jaar was de uitslag van een onafhankelijk onderzoek. Een eenvoudige rekensom overtuigd iedereen van de enorme besparingen die u met dit product kunt bereiken.

Ook het later demonteren en verplaatsen kan probleemloos uitgevoerd worden.

Welke WAARBORGEN VAN ZEKERHEID heeft NOVATECH?:

- Het KOMO-certificaat (als enige) en ISO-9002 zijn de waarborgen voor de relaties van NOVATECH NEDERLAND BV;
- Met een uniek berekeningsprogramma onderbouwt Novatech iedere constructie;
- Levering van het totaalpakket;
- Kritische gemeenten als Rotterdam (70.000 m²) en Den Haag (50.000 m²) hebben na grondig onderzoek voor FILAMAT gekozen;
- Praktijkgerichte instructie op de bouwplaats;
- Novatech levert zijn GVC zonodig binnen een week;
- De service gerichte instelling van het bedrijf.
- Saint Gobain is het moederbedrijf (110.000 werknemers).

Het leuke van het product is dat het nu geheel vorstbestendig is. Moeder natuur krijgt het product niet stuk. Dit geldt ook voor schimmels, insecten en ratten. U bent geheel vrij van onderhoud en na 40/50 jaar is het product recyclebaar.

Samen met de snelle en eenvoudige montage zorgt het gehele scala voor een zeer goedkoop product over de jaren. Maak eens een rekensom!! Een aanwinst voor de natuurvriendelijke oeverbescherming.

NOVATECH NEDERLAND BV te Harderwijk. Tel.: 0341 - 465740.



INFRAM

Het Nederland van morgen is nog voller en drukker dan nu. Overheidsdiensten zorgen door integraal beheer van wegen, wateren, waterkeringen en leidingsystemen voor verbetering en handhaving van de noodzakelijke mobiliteit, bereikbaarheid en veiligheid. Een goede leefbaarheid voor mens, plant en dier staat daarbij voorop.

Onze projectadviseurs leveren daarbij bestuurs- en beheersondersteuning op maat.

De dienstverlening varieert van coaching en ondersteuning bij de opdrachtgever in huis tot het leveren van kant en klare producten. Bij de "coaching in huis" worden de producten door de eigen medewerkers van de opdrachtgever gemaakt met de toegevoegde kennis van Infram.

De sobere en nuchtere aanpak zonder franje slaat daarbij prima aan.

producten
normen en richtlijnen
beleidsplannen
beheer(splannen) natte infrastructuur
beheer(splannen) droge infrastructuur
beheers(plannen) leidingsystemen
beheer en veiligheidstoetsing waterkeringen
ontwerp natuurvriendelijke oevers
ontwerp dammen en golfbrekers
onderhoudssystemen en instandhoudingsplannen
inspectie- en informatiesystemen
beslissingsondersteunende systemen (BOS/DSS)
management en organisatie

kennisdisciplines
civiele techniek
civiele technologie en management
(technische) bedrijfskunde
bestuurskunde
cultuurtechniek
toegepaste wiskunde en informatica
ecologie
werktuigbouwkunde

.....
Adviesbureau voor beheer civieltechnische infrastructuur

Postbus 81, 3890 AB Zeewolde
Patroonsweg 29, 3892 DA Zeewolde
tel 036 5218020
fax 036 5225677
www.infram.nl
info@infram.nl

Werklocatie in Marknesse:
Geomatica Park
Voorsterweg 28
8316 PT Marknesse
tel 0527 241120
fax 0527 241119

Contactpersonen:

ing. J.J. Bakker (natuurvriendelijke oevers)
e-mail: jan.bakker@infram.nl
ir. E. van Hijum (algemeen)

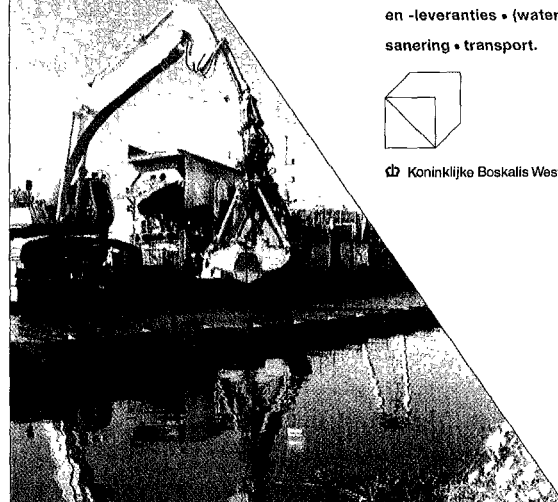
Boskalis werkt. Overal.

Voor kleine en grote werken
op het gebied van:

baggeren • het opspreiden van
terreinen • kust- en oeverwerken
• grondwerken • wegeaanleg
• verticale drainage • zandwinning
en -leveranties • (water-) bodem-
sanering • transport.



Koninklijke Boskalis Westminster nv



Het Nederlandse team van Boskalis:

Boskalis Oosterwijk bv
Zinkcon Dekker bv

Boskalis Dolman bv
A.H. Breijs & Zonen bv

's-Gravenweg 399 - 405, 3065 SB Rotterdam, telefoon (010) 2888 777, telefax (010) 2888 766



de Vries & van de Wiel

aannemingsbedrijf grond-, weg- en waterbouw,
baggerwerken, bodemsanering en milieuadviezen

Schagen

(0224) 211 211

Gespecialiseerd in veelzijdigheid

- Grond-, weg- en waterbouw
- Baggerwerken
- Bodemsanering
- Tanksanering
- Milieuadviezen

Harmenkaag 9, 1741 LA Schagen
Postbus 218, 1740 AE Schagen
Tel. (0224) 211 211
Fax (0224) 211 299

Email: vrvw@avd.nl
Internet: www.avd.nl/vrvw
NEN-EN-ISO 9001
VCA**

ARMORFLEX®



Armorflex® is de natuurvriendelijke oeverbekleding uit betonblokken die met kabels worden samengesteld.

Armorflex® is leverbaar in een open uitvoering, waardoor de oevervegetatie van watergangen blijft gehandhaafd en erosie wordt voorkomen.

Armorflex® betonblokmatten worden op een vrij te kiezen geotextiel gelegd als bescherming van bodem, talud en oevers.

Armorflex® is leverbaar in diverse gewichten (140 tot 555 kg/m²) en afmetingen tot maximaal 3m. breed en 9,5 m. lang.

GreenBanks® Erosion Control Systems

Postbus 10, 2957 ZG Nieuw-Lekkerland
Tel. (0184) 688 780 Fax: (0184) 688 788 <http://www.greenbanks.nl>



Ecologisch Waterbeheer Sessink
bureau voor integraal advies

- gedifferentieerd beheer van waterlopen
- onderhoudsplannen op maat
- monitoring
- implementatie natuurbeleid in uw organisatie
- stedelijk waterbeheer
- natuurtechnisch ontwerp totale waterloop
- voorlichtingsfolders en diasessies op CD-ROM
- watersysteemvisies en ruimtelijke ordening
- bedrijfscursussen & themadagen
- coachen van uw personeel op de werkplek
- waterbesparingsproducten voor particulieren

Ir. J.T.M. Sessink
Irisstraat 41
NL 6666 Heteren
T+ F 026-4723403

E-mail ews@hetnet.nl
KvK 09095275
Giro 4686533
BTW NL 1391.95.464.B01

ecosynthetics



Ten Cate Nicolson

GEOLON®

GROND-, WEG- EN WATERBOUW

Meer dan 40 jaar het betrouwbare polypropyleen (PP), polyethyleen (PE) en polyester (PET) bouwmetaal voor

- duurzaam kunststoffilter onder oever- en dijkbekledingen
- kraag- en zinkstukgeotextiel met opgeweven bevestigingslussen voor wiepenrooster
- drainage geotextiel voor horizontale grind drainagefunderingen
- buisgeotextiel voor verticale grind drainagepalen
- dubbellaags geotextiel voor beschoeiing
- buideldoek geschikt voor rizomen of grondvulling voor natuurvriendelijke oevers
- grondwapening en steile wandbouw
- wapening van wegfunderingen tot 1000 kN/m²
- spoorweg ballast wapening en scheiding
- wegfunderings buisgeotextiel voor lichtgewicht argex-, polystyreen of houtsnippervulling
- wapening onder HDPE afdichtingsfolies
- buisleiding ballast

GEOTUBES® hydraulisch met zand vulbaar buissysteem voor kernconstructies van dammen en kaden

GEOCONTAINERS® voor kernconstructies van dammen en opvulling van erosiegaten

ROBULON mat voor bescherming, gasventing en vloeistof drainage voor vloeistofdichte bodembescherming

NICOTARP® en **NICOFLEX** gewapende polyethyleen folie voor vloeistofdichte bodembescherming en bovenafsluitingen

ECOLON® biologisch afbreekbaar en doorgroei bevorderend cocos of sisal geotextiel voor initiële wapening

natuurvriendelijke oevers

GREENFORCE sterk doorgroei bevorderend geogrid voor steile wandbouw

ARMORFLEX® prefab betonblokkenmatten voor bodem- en oeverbescherming

ISO 9001
certified

Ten Cate Nicolson bv Postbus 236 7600 AE Almelo
Tel.: 0546 54 48 11 Fax: 0546 54 44 90

LANDMETEN • BODEM-WATER-MILIEU

INGENIEURSBUREAU BCC

INFRASTRUCTUUR • GRONDZAKEN-TAXATIES

Bureau voor Civiele en Cultuurtechniek

Landmeten

Bodem, Water & Milieu

Infrastructuur

Grondzaken & Taxaties

CAD/GIS

meer informatie op verzoek, zie ook: www.ingbcc.nl

Prins Mauritsstraat 17
Postbus 75, 4140 AB Leerdam
Telefoon (0345) 63 96 96 Fax (0345) 63 96 66
E-mail post@ingbcc.nl

Aannemers

A.J. Lusink B.V. Ruurlo

Wiersseweg 35
7261 AA RUURLO
telefoon 0573-451318
fax 0573-453114

Bitumarin bv

contactpersoon: Ir. C.M.A. van Meeteren
Postbus 1
4184 ZG OPIJNEN
telefoon 0418-657300
fax 0418-657350

Boskalis Oosterwijk B.V.

contactpersoon: Ing. K.G. van Nes
Postbus 4234
3006 AE ROTTERDAM
telefoon 010-2888777
fax 010-2888766

Daalder Alkmaar B.V.

contactpersoon: J.H. Schelvis
James Wattstraat 7
1800 AD ALKMAAR
telefoon 072-5115845
fax 072-5158169

De Vries & Van de Wiel

contactpersoon: E. Bijlstra
Postbus 218
1740 AE SCHAGEN
telefoon 0224-211211
fax 0224-211299

Douw Wegenbouw

contactpersoon: T. van de Pol
Postbus 195
7130 AD LICHTENVOORDE
telefoon 0544-371990
fax 0544-377658

Fernhout Aannemingsbedrijf B.V.

contactpersoon: W.R. Smit
Postbus 170
8000 AD ZWOLLE
telefoon 038-4250425
fax 038-4210545

HAM-VOW

contactpersoon: Chr. van Oord
Postbus 8
4250 DA WERKENDAM
telefoon 0183-502244
fax 0183-504247

Midden-Betuwe aannemingsmij B.V.

contactpersoon: G.J. v.d. Pol / J. Roele
Postbus 2
4043 ZG OPHEUSDEN
telefoon 0488-449449
fax 0488-442898

Van den herik - Sliedrecht

contactpersoon: I.M. Struijk
Postbus 191
3360 AD SLIEDRECHT
telefoon 0184-412881
fax 0184-419821

Ingenieurs- en adviesbureaus

ARCADIS Heidemij Advies BV

contactpersoon: ir. C. Nijburg
Postbus 264
6800 AG ARNHEM
telefoon 026-3778911
fax 026-3515235

ARCADIS Heidemij Realisatie BV

contactpersoon: ir. C. Nijburg
Postbus 139
6800 AC ARNHEM
telefoon 026-3778701
fax 026-4437386

AVECO b.v.

contactpersoon: A. Quist
Eisenhouwerlaan 6
3527 HH UTRECHT
telefoon 030-2957977
fax 030-2933520

Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

contactpersoon: A.J.M. Meijer
Postbus 365
4100 AJ CULEMBORG
telefoon 0345-512710
fax 0345-519849

De Vries & Van de Wiel

contactpersoon: E. Bijlstra
Postbus 218
1740 AE SCHAGEN
telefoon 0224-211211
fax 0224-211299

Ecologisch Waterbeheer Sessink

contactpersoon: Ir. J.T.M. Sessink
Irisstraat 41
6666 BE HETEREN
telefoon 026-4723403
fax 026-4723403

Infram B.V.

contactpersoon: J.J. Bakker
Postbus 81
3890 AB ZEEWOLDE
telefoon 036-5218020
fax 036-5225677

Ingenieursbureau BCC

contactpersoon:
Postbus 75
4140 AB LEERDAM
telefoon 0345-639696
fax 0345-639666

Roelf Pot

contactpersoon: R. Pot
Pandijk 2
7861 TE OOSTERHESSELEN
telefoon 0524-581901
fax 0524-582446
Onderzoek- en adviesbureau voor water- en
oevervegetatiebeheer. Gespecialiseerd in natuur-
vriendelijke oevers waarbij de vegetatie de
hoofdrol speelt, of zou moeten spelen.

Van Vechgel Consult B.V.

contactpersoon: R.H.W. van Vechgel
Postbus 420
2800 AK GOUDA
telefoon 0182-530113
fax 0182-540601
Sterk in Duurzame oplossingen
Communicatie Projectmanagement
Organisatie

Zoon Buro voor Ecologie

contactpersoon: Ir. C.P.M. Zoon
Witharenweg 10
7738 PG WITHAREN
telefoon 0523-676470

Producenten en leveranciers

Agromiscanthus B.V.

contactpersoon: Ing. A.H. Drenth

Hoofdstraat 1

9561 JA TER APEL

telefoon 0599-581573

fax 0599-583590

Agromiscanthus BV levert Miscanthus stengels (olifantsgras) voor o.a. vele soorten oeverbescherming, rijdsdammen en stuifschermen

BIODIVERS

contactpersoon: H.G. v.d. Weijden

Bodegraafsestraatweg 91

2805 GL GOUDA

telefoon 0182-538446

fax 0182-532276

BIODIVERS bv. ondersteunt duurzame natuurontwikkeling door het aanbieden van inheemse, streekeigen zaden en zaadmengsels. Daarbij helpen wij u een ecologisch verantwoorde keuze van soorten te maken. Website:

biodivers.www.cistron.nl

Bitumarin bv

contactpersoon: Ir. C.M.A. van Meeteren

Postbus 1

4184 ZG OPIJNEN

telefoon 0418-657300

fax 0418-657350

Colbond Geosynthetics

contactpersoon: W. Doomernik

Postbus 9600

6800 TC ARNHEM

telefoon 026-3664600

fax 026-3665812

C.T.N. Civiele Techniek Nederland B.V.

contactpersoon: E. van der Linden

Postbus 247

7240 AE LOCHEM

telefoon 0573-252986

fax 0573-257683

(leverancier van anti-erosiematten

(leverancier van kunststof steenmatrassen

(leverancier van geotextielen

COREPRO B.V.

contactpersoon: H. van 't Hoenderdaal

Postbus 224

7740 AE COEVORDEN

telefoon 0524-519521

fax 0524-519465

De Hoorn/Nederhemert B.V.

contactpersoon: A. Barendregt

De Uiterwaard 3

5308 LT AALST

telefoon 0418-552433

fax 0418-552863

De Vries & Van de Wiel

contactpersoon: E. Bijlstra

Postbus 218

1740 AE SCHAGEN

telefoon 0224-211211

fax 0224-211299

ECO-Coir International

contactpersoon: D. Tambyrajah

Alexanderstraat 6

2713 AT ZOETERMEER

telefoon 079-3169531

fax 079-3165019

Wij ontwikkelen, produceren en leveren op tijd de diverse kokosprodukten rechtstreeks vanuit de fabriek in Sri Lanka. Specialisaties zijn diverse soorten Weefsels, Vliezen OeverRollen en combinaties. Wij hebben ruime praktijkervaring door leveringen voor diverse grote en kleine projecten in Nederland.

GreenBanks Erosion Control Systems

contactpersoon: K. Stigters

Postbus 10

2957 ZG NIEUW-LEKKERLAND

telefoon 0184-688780

fax 0184-688788

Horman Drainagefilter B.V.

contactpersoon: L. de Man

Postbus 5240

3295 ZJ 's-GRAVENDEEL

telefoon 078-6731400

fax 078-6732379

Houthandel Adr. Hoogendoorn & Zoon B.V.

contactpersoon: C.A. Hoogendoorn
Postbus 115
2810 AC REEUWIJK
telefoon 0182-396571
fax 0182-393381

Ten Cate Nicolon B.V.

contactpersoon: Ir. D. Heijboer
Postbus 236
7600 AE ALMELO
telefoon 0546-544811
fax 0546-544490

IMBEMA DENSO B.V.

contactpersoon: Ing. M.W. de Jong
Postbus 160
2000 AD HAARLEM
telefoon 023-5172424

Lankhorst Recycling B.V.

contactpersoon: I. Heising
Postbus 203
8600 AE SNEEK
telefoon 0515-487630
fax 0515-487622

Nautilus Schanskorven b.v.

contactpersoon: J.H. de Jager
De Ronge 34
1852 XC HEILOO
telefoon 072-5331399
fax 072-5334334

Nautilus levert innovatieve "bio-civiele"
materialen en kennis voor milieuvriendelijke
oever- en wegenbouw: "Aqua-Flora"-producten
(kokosvezel-erosiematten beplant met oever-
planten); groene grachten en sloten, drijvende
eilanden; schanskorven voor oever- en talud-
bescherming, dijken en geluidsmuren.

Novatech Nederland B.V.

contactpersoon: L.P. Schoutsen
Postbus 1133
3840 BC HARDERWIJK
telefoon 0341-465740
fax 0341-465749

Rook Krimpen B.V.

contactpersoon: J. van Herk
Postbus 9
2920 AA KRIMPEN A/D IJSSEL
telefoon 0180-513044
fax 0180-519616

T & F B.V.

contactpersoon: F.J. van de Put
Provincialeweg 111
4909 AG OOSTEIND
telefoon 0162-455515
fax 0162-437371

Overige adressen

Hieronder volgt een beknopte lijst met adressen van landelijke organisaties, particuliere organisaties, ministeries en instituten waar eventueel specifieke informatie kan worden ingewonnen of adressen van lokale organisaties, werkgroepen, instanties en bedrijven.

Adviesgroep Vegetatiebeheer Wageningen (IKC-NB)

Postbus 30
6700 AA WAGENINGEN
0317-474800

Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Weg- en Waterbouw en de verkeers-techniek (CROW)

Postbus 37
6710 BA EDE
0318-620410

Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR)

Postbus 420
2800 AK GOUDA
0182-540600

Floristisch Onderzoek Nederland (FLORON)

Pius XII 20
6247 AW GRAMSVELD
043-4081796

Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO)

Postbus 23
6700 AA Wageningen
0317-477770

Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging (KNNV)

Postbus 19320
3501 DH UTRECHT
030-2314797

Dienst Landelijk Gebied (DLG)

Postbus 20000
3502 LA UTRECHT
030-2858000

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Directie Natuur, Bos, Landschap en Fauna
Postbus 20401
2500 EK 's-GRAVENHAGE
070-3785000

Vereniging van Waterbouwers in Bagger-, Kust- & Oeverwerken (VBKO)

Postbus 403
2260 AK LEIDSCHENDAM
070-4182841

Orde van Nederlandse Raadgevende Ingenieurs (ONRI)

Postbus 30442
2500 GK 's-GRAVENHAGE
070-3630756

Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVb)

Postbus 433
3430 AK NIEUWEGEIN
030-6058411

Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RWS-RIZA)

Postbus 17
8200 AA LELYSTAD
0320-298411

Landschapsbeheer Nederland

Postbus 12048
3501 AA UTRECHT
030-2340777

Stichting Natuur en Milieu (incl. info prov. Milieufederaties)

Donkerstraat 17
3511 KB UTRECHT
030-2331328

Staringcentrum

Postbus 125
6700 AC WAGENINGEN
0317-474200

STOWA

Postbus 8090
3503 RB UTRECHT
030-2321199

Unie van Waterschappen

Postbus 80200
2508 GE 's-GRAVENHAGE
070-3519770

**Vereniging Aannemers Grond Water- en
Wegenbouw (VAGWW)**

Postbus 211
3430 AE NIEUWEGEIN
030-6039074

Vereniging Natuurmonumenten

Postbus 9955
1243 ZG 's-GRAVELAND
035-6559933

Vereniging Onderzoek Flora en Fauna (VOFF)

Postbus 506
6700 AM WAGENINGEN
0317-467343
Aangesloten fauna-organisaties bij de VOFF

**European Invertebrate Survey – Nederland
(EIS-NL)**

Postbus 9517
2300 RA LEIDEN
071-5687670

Nederlandse Entomologische Vereniging (NEV)

p/a Naturalis
Postbus 9517
2300 RA LEIDEN
071-5687545

**Stichting Faunistisch Onderzoek Carabidae
(Loopkeverstichting)**

Tarhorst 597
6708 HV WAGENINGEN
0317-422778

Stichting TINEA

Reeboklaan 1
6705 DA WAGENINGEN
0317-413259

De Vlinderstichting

Postbus 506
6700 AM WAGENINGEN
0317-467346

**Reptielen-, Amfibieën- en Vissen Onderzoek
Nederland (RAVON)**

Postbus 1413
6501 BK NIJMEGEN
024-3528818

SOVON Vogelonderzoek Nederland

Rijksstraatweg 178
6573 DG BEEK-UBBERGEN
024-6848111

**Vereniging voor Zoogdierkunde en
Zoogdierbescherming (VZZ)**

Oude Kraan 8
6811 LJ ARNHEM
026-3705318



De serie Natuurvriendelijke oevers bestaat uit de volgende titels:

- 200 Natuurvriendelijke oevers: *Aanpak en toepassingen*
ISBN 90 37604 60 9
- 201 Natuurvriendelijke oevers: *Belasting en sterkte*
ISBN 90 37604 70 6
- 202 Natuurvriendelijke oevers: *Oeverbeschermingsmaterialen*
ISBN 90 37601 50 2
- 203 Natuurvriendelijke oevers: *Fauna*
ISBN 90 37604 80 3
- 204 Natuurvriendelijke oevers: *Vegetatie langs grote wateren*
ISBN 90 37604 90 0
- 205 Natuurvriendelijke oevers: *Water- en oeverplanten*
ISBN 90 37605 00 1

Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving (CUR)

CUR richt zich op ontwikkeling, vergaring en overdracht van kennis en ervaring op het brede gebied van de civiele techniek. De kennis is van belang voor de bouw, zowel voor het bedrijfsleven als voor de bij de bouw betrokken overheden, alsook voor onderwijs, onderzoek en wetenschap.

CUR

Büchnerweg 1
Postbus 420, 2800 AK Gouda
Telefoon 0182-540600
E-mail cur@cur.nl
Internet www.cur.nl

Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW)

De Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat adviseert over de veiligheid, het beheer en de landschappelijke inpassing van de natte en droge infrastructuur, en verricht het daartoe benodigde onderzoek.

DWW

Postbus 5044, 2600 GA Delft
Telefoon 015-2518518
E-mail postmaster@dww.rws.minvenw.nl