



POV WADDENZEEDIJKEN

Waterbouw Asfalt Beton

Fase B1 Onderzoek degeneratie van asfalt

Werkstappen B1

- Al uitgevoerde onderzoeken / projecten - gereed
- Inventarisatie naar schadebeelden - gereed
- Inventarisatie op geselecteerde trajecten - gereed
- Rapportage van trends -gereed

Inhoudsopgave:

B1 - Reeds uitgevoerde onderzoeken

Ontwikkelingen / Onderzoek ontwerpen-leveren-verwerken-van waterbouw asfaltbeton:

Dit startdocument: een inventarisatie van ontwikkelingen in waterbouw asfaltbeton voor het leveren van dit bitumineus gebonden materiaal en de verwerking om een taludbekleding te realiseren.

Niet alleen landelijk, maar ook over de grens waar waterbouw asfalt wordt toegepast om water te keren op dijken, tevens dicht (waterbouw) asfaltbeton voor stuwdammen, bekkens en deponieën.

1. WAB mengsel-samenstelling		Pagina 3
2. Opbouw van de dijkbekleding		Pagina 4
3. Verwerken van WAB	Aanbrengen	Pagina 5
	Verdichten	Pagina 6
4. Afwerken van WAB		Pagina 7

B1 – Inventarisatie naar schadebeelden

Praktijk ervaringen met ontwikkelingen in de aanleg van taludbekledingen met waterbouw asfalt beton:

1. WAB mengsel-samenstelling		Pagina 8, 9
2. Opbouw van de dijkbekleding		Pagina 10
3. Verwerken van WAB	Aanbrengen	Pagina 11
	Verdichten	Pagina 12
4. Afwerken van WAB	4.1 Naden	Pagina 13 -16
	4.2 Oppervlak	Pagina 17

B1 – Inventarisatie op geselecteerde trajecten

- A – Onrustpolder 1985 (2008) Pagina 18
- B – WAB England, Fort Perch Rock Mersey Pagina 19-20

B1 – Rapportage van trends 5. Pagina 21

B1 – Referenties Handboeken Pagina 22

B1 – Conclusie Pagina 23

1. WAB mengsel-samenstelling

1.1

In Nederland wordt over het algemeen de voorschriften uit de RAW gevolgd voor de keuze van de minerale grondstoffen en het bitumen om de gradatie en de mengsamenstelling van waterbouw asfaltbeton te bepalen.

1.2

De RAW voorziet in de mogelijkheid om recycling van oud asfalt toe te voegen, als onderdeel van wab:

Allereerst werd het gebroken asfalt zonder droging / verwarming toegevoegd.

Tegenwoordig wordt het gebroken asfalt wel gedroogd en verwarmd.

1.3

Mengsels die niet voldoen aan de eisen van de RAW in percentage hergebruik en zeefkromme:

Steen asfalt: bestaande uit hergebruik van oud waterbouw asfalt beton, waaraan kalksteen grof werd toegevoegd.

Waterbouw asfalt beton: bestaande uit hergebruik en toevoeging van alleen vulstof en bitumen.

1.4

Mengsels samenstelling waarbij het totaal van de mineralen moet voldoen aan een geformuleerde zeefkromme. (Fuller kromme). Het mengsel ontwerp is gerelateerd aan het dicht (waterbouw) asfalt beton voor waterdichte constructies, waarbij een hoger percentage aan holle ruimte wordt gespecificeerd voor de dijk toepassing.

Samenvatting

WAB Standaard	Verse grondstoffen		Samenstelling op zeeffracties
WAB Met partiële recycling	Verse grondstoffen	Hergebruik	Samenstelling op zeeffracties
WAB Hergebruik		Toevoegen van grof Toevoegen van fijn	Samenstelling op percentage holle ruimte
WAB +			Samenstelling op zeefkromme

Handboeken:

NL -Publicaties.

D -Empfehlungen für die Ausführung von Asphaltarbeiten im Wasserbau. (3, 4)

N -Asphaltic Concrete Cores for Embankment Dams (1)

UK -The Shell Bitumen Hydraulic Engineering handbook (6)

2. Opbouw van de dijkbekleding

2.1

Waterbouw asfaltbeton aangebracht in een laag op een geprofileerd talud. Het talud wordt verdicht, vaak met een onvoldoende resultaat, afhankelijk aan het kern materiaal van de dijk.

2.2

Waterbouw asfaltbeton aangebracht in twee lagen. Warm op warm heeft dan de voorkeur. Vooral bij warm op koud en een laag percentage aan holle ruimte in het verdichte waterbouw asfaltbeton is bij de verwerking onder slechte weersomstandigheden de vorming van blaasvorming niet uit te sluiten.

2.3

Waterbouw asfaltbeton aangebracht in een laag op een verbeterde talud afwerking met ongebonden materiaal. Deze laag kan beter worden verdicht dan alleen zand, en levert een klankbodem bij het verdichten van de wab.

2.4

Waterbouw asfaltbeton aangebracht in een laag op een grondverbetering van gebonden materiaal, een zandcement of een met bitumineuze emulsie gebonden laag. Of doorfrozen van de oude bekleding met het kernmateriaal van het dijklichaam

2.5

Waterbouw asfaltbeton in meerdere lagen waarvan op de verstevigde onderbouw allereerst een laag asfalt wordt aangebracht met een hoger percentage aan holle ruimte.

2. Notitie:

De gangbare aanleg van waterbouw asfaltbeton eindigt op het talud aan de gemiddelde hoogwaterlijn van een getij zonder verhoging. Indien lager op het talud tot in de getijzone word bekleed met wab, is een onderbouw van (gebonden) erosie bestendig materiaal een noodzaak.

Samenvatting:

WAB 1 laag			Bekleding tot de getij zone.
WAB Top laag	WAB Onder laag		Idem
WAB 1 laag		Ongebonden onderlaag	Idem
WAB 1 laag		Gebonden onderlaag	
WAB Top laag	Asfalt Onderlaag	Ongebonden onderlaag	Idem
WAB		Ongebonden, of gebonden onderlaag	Bekleding tot in de getijzone.

Handboeken: -NL publicaties. (Publicaties over de Duitse Noordzee en Waddenkust, 2)

3. Verwerken van WAB

3.1

Aanbrengen van waterbouw asfaltbeton

3.1.1

Met de bak van de kraan wab aanleveren en met schop/hark verspreiden. Dit komt alleen nog voor bij het aanbrengen van bekledingen op, voor machines, onbereikbare plaatsen. Onder of nabij kunstwerken. Op locaties die niet rijdend zijn te bereiken kan meestal wel een mini kraantje op het werk worden gehesen.

3.1.2

Met de bak van de kraan / shovel wab aanleveren en met de kraan profileren.

3.1.3

Spreidmachine (wegenbouw). De verdichtingsbalk moet worden aangepast bij wab met een gering percentage aan holle ruimte om drijven op het materiaal te voorkomen. Bij parallel aan de kruin op het talud, moet vaak de wormen worden aangepast om ontmenging van het wab te voorkomen.

3.1.4

Slipvorm spreidmachine. Hier wordt de laag gevormd en verdicht. De vormgeving kan verticaal of horizontaal plaatsvinden. Waarbij verticaal het gewicht van de voorraad aan materiaal al een voorverdichting aanbrengt.

3.1.5

Talud machine. Hiermee wordt langs de dijk de gehele bekleding van teen tot kruin aangebracht. Deze werkwijze kan ook gecombineerd worden met een slipvorm. Deze machines zijn speciaal voor het aanbrengen op talud geconstrueerd en worden opgebouwd om een talud met gelijk blijvende lengte te bekleden.

Samenvatting

Hand			Gehele oppervlak
Hydraulische kraan	Kruin: banen van teen naar boven	Talud: banen parallel aan de kruin	
Spreidmachine standaard	Banen van teen naar boven	Banen parallel aan de kruin	
Spreidmachine slipvorm	Banen van teen naar boven	Alleen bij een kleine hellingshoek van het talud	
Talud machine			Gehele talud parallel aan de kruin.

Handboeken

- NL -Weinig publicaties op speciale machines voor het bekleden van talud met asfalt
- CH -Bedrijfsinfo Walo Bertschinger, web
- D -Schriftreihe Strabag en Veröffentlichungen Teerbau (7, 8, 9)



3.2

Verdichten van waterbouw asfaltbeton:

3.2.1

Trilplaat / stamper voor een wals onbereikbare plaatsen.

3.2.2

Walsen van de wegenbouw, die bij steiler taluds voor de voortgang de trekkracht van een lier nodig hebben, of als compensatie van het gewicht op een talud als duo aan elkander zijn verbonden met een omloopdraad hoger op de dijk.

3.2.3

Walsen speciaal geconstrueerd om op een talud met steilere hellingen op eigen kracht kunnen voortbewegen.

3.2 Notitie

De inzet van verdichting met walsen die niet op talud toepasbaar zijn, leidt tot vervorming van en/of scheuren in het waterbouw asfaltbeton.

Scheuren tijdens het verdichten kunnen ook optreden als de temperatuurgradiënt tussen boven- en onderzijde van de laag te hoog is.



4. Afwerken van WAB

4.1.1

Het aanbrengen en uitvoeren van verbindingen tussen de opbouw in lagen, asfalt en of gebonden fundatie, verticaal.

4.1.2

Het aanbrengen van lassen tussen de verschillende werkgangen en werkdagen.

4.1.3

Het uitvoeren van aansluitingen op een ander type van bekleding en kunstwerken.

4.1.4

Herstellen van onvolkomenheden in lassen tijdens de uitvoering, of het vullen van scheuren. Scheuren gevormd tijdens de verdichting of als onderhoud.

4.2.1

Aanbrengen van een laag split met warme bitumen, of met koude bitumen emulsie.

4.2.2

Aanbrengen van een sealing met warme mastiek.

4.2.3

Aanbrengen van een sealing met (koude) bitumen emulsie producten.



1. WAB mengsel-samenstelling – schadebeelden

1.1

Mengsamenstelling volgens de RAW-vers:

Stripping: indringing van water die de aanhechting van bitumen tot de mineralen vermindert en /of totaal verbreekt. Vooral waargenomen bij mineralen met verminderde aanhechting tot bitumen, zoals grind / Nederlandse steenslag.

Schadebeeld: sterk verminderde sterkte over tijd en zelfs loskomen van steen.

In Nederland heb ik geen ervaring opgedaan met toevoegingen aan de bitumen om het effect stripping tegen te gaan / te verminderen.. Wel in Noorwegen, maar deze mengsels worden ontworpen met een holle ruimte percentage na verdichten lager dan 3%. Deze zijn wet-fix achtige toevoegingen met een geringe doelmatigheid in tijd bij hogere temperaturen en moeten na ongeveer 2dagen weer opnieuw worden toegevoegd aan de warme opslag van bitumen.

Verdichting: vaak wordt de mengsamenstelling van wab onder te ideale verdichting in het laboratorium ontworpen. Met het laboratorium onderzoek vergelijkbare verdichtingsenergie kan in de praktijk en op hellingen niet worden toegevoegd, met als een gevolg een veel hoger aandeel aan holle ruimte.

Schadebeeld: snellere veroudering en eerder voorkomen van scheuren.

Dit kan worden voorkomen om bij het vooronderzoek minder verdichting toe te voegen.

Afwijking mengsel: wab mengsels kunnen in warme toestand onderhevig zijn aan ontmenging. Verkeerd storten / overslaan / inzet van materieel. Het deel fijn is te dicht en tijdens walsen zijn eerder oppervlakte scheuren waar te nemen. Het deel grof is te open, met snellere veroudering en scheurvorming tot gevolg.

Schadebeeld: wals-scheuren en snellere veroudering en eerder voorkomen van scheuren.

Voorkomen om de methode van verwerken en materieel aan te passen aan de eigenschappen van wab.

1.2

Mengsamenstelling volgens de RAW-met pr (partiële recycling):

Hergebruik / recycling van onverwarmd gebroken asfalt als partiele toevoeging aan heet asfalt, direct in de menger kan afwijkende resultaten opleveren bij een te hoog vochtgehalte. Door stoomvorming in een dichtmengsel verliest het mengsel stabiliteit en wordt lager in viscositeit. (zeer dikke vloeistof) Bij de verwerking kunnen tijdens de verdichting scheuren vormen. Verlies aan volume van het aandeel ingesloten stoom.

Schadebeeld: scheuren tijdens de verwerking / verdichting.WAB afkeuren en verwijderen. (hierbij moet worden opgemerkt dat dit productie proces niet meer wordt toegepast)

Hergebruik / recycling met verwarmd asfaltgranulaat. De wab is vergelijkbaar met vers materiaal. Tegenwoordig wordt er vaak een bitumen met een hogere penetratie toegevoegd om het aandeel verouderde bitumen in het asfaltgranulaat te compenseren.

Schadebeeld: zie 1.1

1.3

Mengsamenstelling afwijkend van de RAW

In 1985 is de taludbekleding van de Onrustpolder, oud waterbouw asfaltbeton gebroken, verwarmd met toevoeging van kalksteen in een gradatie grof, resulterend in steenasfalt.

Een voor dit project ontwikkelde asfaltmolen heeft op zeer innovatieve wijze het asfalt geproduceerd. Dubbelwandige trommel, waarbij het asfalt tussen de twee trommels met overdracht van thermische olie werd verwarmd en gemengd. Het (steen)wab moest met een speciale slipvorm-paver worden verwerkt. De productie leverde hoge slijtage aan de schoepen tussen de trommels. Het ontwerp van de asfaltmolen is nog verbeterd op de tekentafel en als model, maar niet verder in gebruik gekomen.

Schadebeeld: heeft niet als oorzaak het mengsel, maar de verwerking (zie verwerken van wab)

In de jaren 80'ig van de vorige eeuw is er met een 100% recycling installatie in Denemarken en Noord-Duitsland wab opgewerkt door alleen vulstof en bitumen toe te voegen aan asfaltgranulaat van wab. Resultaten zijn bij de schrijver onbekend.

1.4

Mengsamenstelling met striktere eisen dan de RAW

Bij de bouw van stuwdammen, waterbekkens en vuilstortplaatsen wordt de wab aangeduid als dicht (waterbouw) asfaltbeton. Strengere eisen ten aanzien van percentage holle ruimte, stabiliteit op zeer steile hellingen en flexibiliteit bij zettingen. Het mengsel ontwerp is ook toegepast in de waterbouw voor kustbescherming, met zeer goede resultaten. Vergelijkbaar met de toepassing voor het bergen van water / afval. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat bij de opbouw van een dichting een onderbouw aanwezig is een hoogwaardige oppervlakte behandeling.

De investering is anders onderbouwd: voor een bron van inkomsten is meer financiering vrij te maken, dan doelmatig beschermen tegen hoog water.

Samenvatting

WAB – mengsel-samenstelling Standaard RAW	Stripping	Aanhechting bitumen-steen verbeteren	Modificatie
	Verdichting	Te hoge HR na walsen	Vooronderzoek
	Ontmenging	Verwerking	Plan van aanpak Materieel aanpassen
	Hergebruik / recycling	<25% koud <50% warm	Uit gebruik Benadering van vers
WAB – mengsel-samenstelling Afwijkend RAW	Steenasfalt	Dmax steenfractie groter in afmeting	Materieel productie en aanleg aanpassen
	Dicht (waterbouw) asfaltbeton	Voorspelbaar resultaat levensduur	Met fundering / onderbouw Sandwich opbouw Investering hoog Onderhoud laag

2. Opbouw van de dijkbekleding in wab

2.1

Direct op het kernmateriaal van de dijk. In de dikte berekening van de laag waterbouw asfaltbeton, voldoende weerstand tegen golfklap wordt de karakteristiek van de onderbouw, beddingconstante, opgenomen. Deze eigenschappen zijn tevens van belang bij de aanleg, de mengsamenstelling van de wab. Maar dit is geen onderdeel van het vooronderzoek in de mengsamenstelling?

Schadebeeld: scheurvorming komt overeen met de verwachting bij een hoog percentage aan holle ruimte. De holle ruimte is hoger dan bepaald aan de hand van het vooronderzoek.

2.2

Twee lagen warm op warm, wordt over het algemeen machinaal aangebracht. Doorgroei van scheuren ter plaatse van de daglassen is minder bij de aanleg als liplassen.

Warm op koud heeft het voordeel dat de keuring van de onderlaag heeft plaatsgevonden voordat de bovenlaag, al dan niet in aangepaste samenstelling of werkmethode, wordt aangebracht.

Voorzichtigheid is geboden om bij wisselende weersomstandigheden geen vocht in te sluiten tussen twee dichte lagen.

Schadebeeld: blaasvorming door opgesloten vocht.

2.3

Waterbouwasfaltbeton op een onderlaag van omgebonden materiaal levert een goede klankbodem bij het verdichten en een verbeterde controle op de aangebrachte dikte. Een afname van de onderbouw moet vlak voor het aanbrengen van de wab plaatsvinden. Vooral op het talud kan regenval de eigenschappen in verdichting, korrelopbouw en profilering nadelig beïnvloeden.

Schadebeeld: variatie in de onderbouw

2.4

Waterbouw asfaltbeton op een gebonden onderlaag elimineert de nadelen van hierboven beschreven opbouw van de taludbekleding. De fundering kan met bitumen (warm / koud) of cement als bindmiddel worden aangebracht. En er is weinig bezwaar om aanleg in de getij zone door te zetten. Hier is dan uiteraard cement niet van toepassing om uitspoeling van het bindmiddel te voorkomen.

Samenvatting

WAB, enkele laag		Grote spreiding in de resultaten	Vooronderzoek koppelen aan de werkmethode
WAB, twee lagen	Warm-warm Warm op koud	Minder spreiding in de resultaten Extra toetsing	Maatregelen tegen blaasvorming. Aangepaste criteria laag onder / boven
WAB, enkele laag	Ongebonden onderbouw	Kleine spreiding in de resultaten	Meteen na keuring toplaag aanbrengen
WAB, enkele laag	Gebonden onderbouw	Zeer voorspelbaar resultaat	Aanleg tot in de nette (getij) zone.

3. Verwerken WAB

3.1

Aanbrengen van waterbouw asfaltbeton

3.1.1/2

Los gestort profileren met de bak van de kraan of bij kleine oppervlakken met handgereedschap. Met zorg aanbrengen om de mate van voorverdichting door eigen gewicht alleen verticaal en niet in secties naast elkaar. Zo snel mogelijk het oppervlak sluiten met losse rol of wals. Hiermee wordt een te grote temperatuurgradiënt over de dikte van de laag wab voorkomen.

Schadebeeld: golvend oppervlak, open en dichte structuur aan het oppervlak.

3.1.3

Spreidmachine, type wegebouw. De hydraulische hoogte ophanging van de balk kan wisselend reageren op wab met onvoldoende tegendruk. De automatische hoogte regeling uitschakelen en alleen met handbediening de dikte regelen.

Waterbouw asfaltbeton met een brede gradering kan ontmengen bij het transporteren met wormen zijdelings. Wormen aanpassen in draairichting en lengte bij parallel rijden aan de kruin en onafhankelijk van rijrichting de schroef aan de naad wisselen om minder grof materiaal aan te leveren in het naadbereik.

Schadebeeld: wisselende dikte van de laag wab en open naden tussen de banen onderling.

3.1.4

Spreidmachine, type slipvorm.

Horizontale slipvorm heeft minder voorverdichting, maar de laag wab is wel aangepast aan het profiel van de onderbouw.

Verticale slipvorm heeft meer voorverdichting, maar de laag wab is niet aangepast aan het profiel van de onderbouw.

Schadebeeld: scheuren als de type machine niet is aangepast aan het af te dekken oppervlak.

3.1.5

Taludmachine, alleen bekend bij de bekleding van standaard taludlengte. De doorgaande inbouw van asfalt over de gehele breedte heeft weinig lassen.

Samenvatting

WAB – handwerk / kraan		Variatie in voorverdichting en oppervlakte structuur	Plan van aanpak en tijdig dichtrollen
WAB – spreidmachine standaard	Handmatig dikte instellen	Transport van materiaal in de machine wijzigen	Materieel aanpassen aan wab en profiel
WAB – spreidmachine slipvorm	Verticaal Voorverdichting hoog Laagdikte vast	Horizontaal Voorverdichting Laagdikte variabel	Materieel aanpassen aan het type onderbouw
Taludmachine		Toepassing bij dammen en opslag	

3.2 Verdichten van waterbouw asfaltbeton

Bij waterbouw asfaltbeton hoeft over het algemeen weinig verdichtingsenergie te worden toegevoegd om het te verwachten aandeel aan holle ruimte te behalen. Indien het waterbouw asfaltbeton is ontworpen in het laboratorium met overeenkomstige verdichtingsgraad.

Tijd om het materiaal af te laten koelen is belangrijker dan het aantal gangen met de wals, omdat de samengeperste insluitingen met warme lucht weer expanderen.

Schadebeeld:

Oppervlakte scheuren bij verdichten met een grote temperatuurgradiënt over de dikte van de laag wab.

Open oppervlakte structuur: te laat of bij te lage temperatuur gestart met verdichten.

Diepte scheuren: te lang achterelkaar walsen en met te veel verdichtingsenergie.

3.2.1

Rol om het waterbouw asfaltbeton dicht te leggen bij het aanbrengen en profileren van los gestort materiaal.

Rol getrokken door lier over het talud, of vaste rol aan de arm van een hydraulische kraan.

3.2.2

Trilplaat, frequentie en voortgang aanpassen aan de verdichtingsgraad van de wab.

3.2.3

Walsen standaard, wegebouw.

Deze walsen hebben vaak ondersteuning nodig om verdichting aan te brengen op steile taluds.

3.2.4

Walsen aangepast, waterbouw.

Deze walsen zijn aangepast in breedte en aandrijving om verdichting aan te brengen op steile taluds

Samenvatting

WAB - verdichten	Losse of vaste rol	Oppervlakte (wals)scheuren Open oppervlakte structuur Diepe scheuren	Vooronderzoek wab afwegen op verdichtingsenergie. Plan van aanpak aantal gangen / hoeveelheid toe te voegen energie / tijd / temperatuur / weersomstandigheden
	Trilplaat		
	Walsen standaard		
	Walsen aangepast		

4. Afwerken van WAB – 4.1 Naden

4.1.1

Naden (verbinding) verticaal in waterbouw asfaltbeton bij de opbouw in lagen:

Direct op het dijklichaam of met een tussen laag als fundatie wordt normaliter geen hechtmiddel toegepast. (alleen op steile taluds van stuwdammen om de frictie met de onderbouw te verhogen en de stabiliteit tegen afschuiven te waarborgen)

Bij meerdere lagen van waterbouw asfaltbeton, warm op warm wordt naad verschoven aangebracht. De gehele taludbekleding in wab is een grote lip-las. Op het verticale gedeelte wordt geen extra hechtmiddel aangebracht in dagproducties, alleen bijeen productie stop over langere tijd. Het waterbouw asfaltbeton is normaliter dusdanig rijk aan bitumen dat er voldoende vrije bitumen aan het oppervlak aanwezig is om de twee afzonderlijke lagen duurzaam aan elkander te verbinden.

Bij meerdere lagen van waterbouw asfaltbeton, warm op koud (overlagen van nieuw over oud) wordt het oppervlak wel behandeld met hechtmiddel.

Maar niet direct. Om problemen met stabiliteit op talud te voorkomen, moeten oppervlakte behandeling en reparaties in asfaltmestiek / gietasfalt allereerst worden verwijderd. Door warmte overdracht van de vers aangebrachte, worden deze materialen lager in viscositeit en kruipt de nieuwe laag asfalt langs het talud naar beneden. Vaak niet meteen bij het profileren, omdat er eerst warmte overdracht moet plaatsvinden.

Schadebeeld: scheurvorming over de gehele dikte van de nieuwe laag waterbouw asfaltbeton.

Hechtmiddel is doorgaans emulsie van bitumen en soms primer. De heel dunne variant van primer maakt het oppervlak van de oude laag zelfs meer vers en compenseert de veroudering van de bitumen aan het oppervlak.

Schadebeeld: onthechting van de afzonderlijke lagen door indringing van water. Progressief door de hydraulische gradiënt bij indringen vanaf boven (naad bij de berm, kruin)

Samenvatting

WAB	Direct op het dijkmateriaal		Geen hechtmiddel
WAB op WAB Vers op vers	Warm op warm Warm op koud		Geen hechtmiddel Na stop van meerdere dagen.
WAB op WAB Vers op oud	Warm op koud	Oppervlakte behandeling Asfaltmestiek / gietasfalt Voor aanvang verwijderen	Bitumen emulsie als hechtmiddel. (soms primer)

4.1.2

Naden (verbinding) horizontaal in waterbouw asfaltbeton bij gefaseerde aanleg (daglassen):

De lassen worden verschillend uitgevoerd:

Vorm

Standaard rechte of schuine lip-las bij de aanleg in een enkele laag waterbouw asfaltbeton.

Bij meerdere lagen waterbouw asfaltbeton warm op warm of warm op koud als rechte las over de gehele hoogte van een enkele laag.

Uitvoering

Lip-Las:

De lip wordt aan het einde van de dag aangebracht.

De lip wordt aan het begin van de opvolgende gefreesd.

Rechte las:

De productie wordt beëindigd tegen een balk

De laag wordt warm (zelfde dag) of koud (volgende dag) terug gehakt

Verwerken:

Hechtmiddel, bitumen emulsie, aanbrengen en het verse materiaal uitharken en daarna verdichten.

Verwarmen van de naad met infrarood verwarming af open vlam en daarna hechtmiddel en asfalt aanbrengen.

Las behandelen met asfaltmastiek over de volle hoogte. Een rechte las wordt dan bij beëindiging van de productie schuin afgewerkt en in verdicht met tril(hamer).

Schadebeeld: de naad gaat openstaan of scheurt over de volle hoogte. Dit schadebeeld komt vaak voor ook bij lassen in de dagproductie, na een productie stop of in afwachting van gunstigere weersomstandigheden. De oorzaak is het vakmanschap of het aanleggen van de naad met een te groot verschil in temperatuur en ingesloten vocht. De techniek in het aanbrengen van naden is bij de aanleg van stuwdammen / bekkens is superieur aan de naden in wab op dijken. De naden moeten bij dammen en bekkens waterdicht worden opgeleverd. De techniek van de dammenbouw is op enkele kustprojecten overgenomen en met zeer goede resultaten. (zie ook B – WAB aan de Mersey).

Samenvatting

Lip-Las	Rechte lip Schuine lip Vorm met balken Vorm met frezen	<ul style="list-style-type: none"> • Alleen hechtmiddel • Asfalt uitharken • Voorverwarmen • Asfaltmastiek toevoegen 	Resultaat
Rechte naad	Vorm met balken Warm of koud terugsnijden		

Vakmanschap is uiteraard een groot aandeel in het resultaat



4.1.3

Aansluitingen op een ander type bekleding en kunstwerken

Project afhankelijk:

Een verdikking in WAB aanbrengen

Verzwaren met andere bouwstoffen dan waterbouw asfaltbeton

Bij te verwachten verschil in zettingen, hier bij het ontwerp van de aansluiting rekening houden.

Bij moeilijk bereikbare locaties het materiaal aanpassen aan de mogelijkheden van profileren en verdichten.

Schadebeeld: Scheurvorming / sterkere veroudering. De oorzaak is meestal verschil in zetting en onvoldoende verdichting door bereikbaarheid.

4.1.4

Herstellen van onvolkomenheden bij de aanleg en onderhoud aan scheuren als levensduur verlengende maatregel:

Bij de aanleg kunnen tijdens het verdichten scheurtjes optreden of ruw oppervlak. Dit wordt in een later stadium afgedekt met een dichtings-laag. (of er wordt geen aandacht aan geschonken)

Schadebeeld: intreden van vocht en / of sterkere veroudering / stripping / vestiging vegetatie met wortels in de laag.

Beter is om deze locaties direct te verbeteren: invegen met zand plus bitumen emulsie, dicht zwabberen met bitumen slurry (bitumen emulsie met toegevoegd fijn mineraal / vezels, bijvoorbeeld: Bituproof of Rowiform) Hier kan de verbetering worden gecontroleerd en is onafhankelijk van de temperatuur.

Bij een warme dichtings-laag veranderd bij afkoeling de viscositeit van het bitumineuze materiaal snel en is indringing te gering.

Bij onderhoud moet de werkmethode worde aangepast aan de grote in oppervlak en in diepte.

Bij kleine scheuren: koude bitumen pasta aanbrengen en indien nodig nadrukken.

Bij iets bredere scheuren: is het reinigen en voorbehandelen van het grootste belang. Bij verouderd materiaal de scheur met vinger frees breder maken en voorbehandelen met primer. Altijd goed reinigen en drogen. Bij aangroei van algen of planten levert een directe vulling een matig resultaat en kan het voegmiddel eruit worden getrokken.

Bij brede scheuren of groot oppervlak: verwijderen: gedeeltelijk met frees of geheel met uitzagen. Rondom een lip-las aanbrengen.

Bij zeer grote oppervlakten: scheurvorming tot bros geheel of stripping over grote diepte. Vervangen!

Schadebeeld: materiaal als vulling van scheuren hecht niet en kan eenvoudig weer worden verwijderd.

Samenvatting

WAB - aanleg	Kleine (wals) scheuren Ruw oppervlak	<ul style="list-style-type: none"> • Dichtings-laag • Vullen met bitumen emulsie plus zand • Vullen met bitumen slurry 	Resultaat - + ++
WAB - onderhoud	Kleine scheurtjes Bredere scheuren Grote scheuren Oppervlak	Vullen met bitumen pasta <ul style="list-style-type: none"> • Vullen koud / warm • Los materiaal verwijderen • Reinigen/drogen • Voorbehandelen met hechtmiddel <ul style="list-style-type: none"> • Behandelen als brede scheur • Verwijderen en aanvullen met nieuw WAB plus goede naad 	Resultaat + - + ++ +++ + ++
WAB-ervangen	Uitgebreide scheurvorming en / of stripping	Taludbekleding vervangen	

Notitie: de hoge zijde van een reparatie verlangd extra aandacht op talud omdat de aansluiting / naad kan gaan openstaan. Vorm van de reparatie aanpassen en /of de bovenzijde naderhand behandelen als scheur.

4. Afwerken van WAB – 4.2 Oppervlak

4.2.1

Oppervlakte behandeling:

De huidige standaard is (warme) vloeibitumen met split. De viscositeit is hoger dan bitumen emulsie en wordt vloeibitumen langs het talud voorkomen.

Tegenwoordig zijn er ook meer stabiele bitumen emulsies, welke ook stabiel zijn op een talud. Het voordeel is dat de laag “waterdicht”, maar niet dampdicht is. Om broei tussen het dichte waterbouw-asfaltbeton en de oppervlakte behandeling te voorkomen.

Schadebeeld: onthechting door broei of te verouderd oppervlak. Broei kan stripping progressief beïnvloeden.

4.2.2

Warme asfaltmestiek:

Wordt in Nederland meestal toegepast als reparatie om oppervlakten met veel scheuren in zijn geheel af te dekken.

In het buitenland op stuwdammen en bekkens en in Duitsland ook in de kustwaterbouw. De laag kan machinaal of handmatig worden aangebracht. Het mengsel is dan vaak zonder zand, alleen (geoxideerde) bitumen en vulstof. Met zand afstrooien er in de warme fase. Een zeer duurzame behandeling van het oppervlak met een lange levensduur.

Schadebeeld: Het vormen van rimpels als door oneffenheden in de waterbouw asfaltbeton te dik wordt aangebracht. Bij te hete verwerking sterke oxidatie van de bitumen en verlies aan flexibiliteit en hechting aan het waterbouw asfaltbeton.

4.2.3

Bitumen (emulsie) slurry:

In het buitenland op stuwdammen en bekkens. De bitumen sealing kan met sproeien of met zwabbers worden aangebracht. Handmatig heeft het voordeel dat openstructuur van waterbouw asfaltbeton beter kan worden gevuld. Een voorbehandeling met primer is gewenst voor een goede hechting.

Schadebeeld: erosie door met golven meegevoerd zand. Verlies aan hechting, wanneer de primer te dun of te lang (onafgedekt) is blootgesteld aan oxidatie.

Samenvatting

Oppervlaktebehandeling	Warm	Waterdicht en dampdicht	Er kan broei ontstaan onder de afwerklaag
	Koud	Waterdicht maar niet dampdicht	
Sealing	Warm	Zeer lange levensduur	Zwart: geen afwerking met split
	Koud	Waterdicht maar niet dampdicht, goede vulling van oppervlakte structuur	Erosie door rollend mineraal. Ideaal om lokaal het oppervlak te dichten

A – Onrustpolder 1985 – (2008)

Innovatie in: -mengsamenstelling –bereiding van het asfalt-verwerken aanbrengen van het asfalt

Mengselsamenstelling van het WAB innovatie op de RAW: zie 1.3

Het percentage hergebruik van wab is hoog.

Bredere inzet van gradatie tot 40?mm om vers aangevoerde klaksteen mee te voeren aan het op te warmen asfaltgranulaat.

Bereiding van het WAB innovatie op batch en continue/drum mixers: zie 1.3

Het asfalt werd in een fase opgewarmd en gemengd.

Het asfalt werd verwarmd als een ring tussen twee trommels met thermische olie. Met olie van een constante temperatuur is het asfalt niet onderhevig aan te hoge temperatuur bij de verbranding van fossiel brandstoffen.

De gehele verblijftijd in de ring, om te verwarmen, werd het asfalt voortbewogen met schoepen. De mengtijd is heel lang en in plaats van husselen is de mengactie meer kneden.

Verwerken aanbrengen van het WAB innovatie doorontwikkeling van de slipvorm techniek toegepast bij de aanleg van damkernen (3^{de} generatie spreidmachine voor asfalt kernen): zie 3.1.4

De slipvorm was een verticale trechter over de volle breedte van de aan te leggen baan asfalt. Met deze staande methode werd maximaal gebruik gemaakt van de voorverdichting van het asfalt onder eigen gewicht. Eenmaal op dikte gebracht in de slipvorm, boog de laag naar het talud en werd nogmaals afgestreken en verdicht door een balk.

Zie 3.1.4

Deze methode werd toegepast direct op de zandkern van de dijk (Onrustpolder) zuidende van de Oosterschelde kering.

Dit zand heeft een zeer enge korrelverdeling en is moeilijk te verdichten.

De spreidmachine op rupsen drukte sporen in het zand. Deze oneffenheid in het zand werd net voor de slipvorm trechter geëgaliseerd met een hark. Dit handwerk betrof geen verdichting.

Een verborgen gebrek in de opbouw van de taludbekleding was het resultaat. Verborgen want het ging onopgemerkt door de kwaliteitscontrole.

Werk was een succes. Alleen de bereiding resulteerde in veel onderhoud aan de mengschoepen.

Taludbekleding zeer vlak, hoge graad van verdichting, prima gesloten naden! Innovatie met een ster.

2008

Bij het aanbrengen van een nieuwe teenconstructie onder het einde van de wab bekleding in stortsteen en gietasfalt vonden er veel transporten plaats over de asfaltbekleding van 1985.

Onder de druk van de banden van de transport ontstonden scheuren in de wab ter plekke van de in 1985 gedrukte sporen van de rupsen van de slipvorm spreidmachine. Wel dicht geharkt, maar niet verdicht in 1985!



B - WAB England, Fort Perch Rock Mersey 1985

Innovatie in: -mengsamenstelling –opbouw bekleding-verwerken aanbrengen van het asfalt

Mengselsamenstelling van het WAB innovatie op de RAW: zie 1.4

Met de ervaring in de bekleding van een stuwdam werd de mengsamenstelling van het dicht (waterbouw) asfaltbeton overgenomen.

Gradering volgens de Fuller Curve: $P_i = (d_i / d_{max})^{0,5}$

Iets meer vulstof dan de ideale zeefkromme om het aandeel bitumen in volume te verhogen.

Iets afwijken van de ideale zeefkromme met natuurzand om de verwerkbaarheid te verbeteren en de verdichting met weinig energie te realiseren.

Verdichting bepalen met asfalttabletten verdicht met 2x 10, 20, 30, 40 en 50 slagen. De beoogde verdichting van 3% werd al tussen 2 x 20 en 2 x 30 klappen behaald.

Kalksteen als vulstof en toeslag mineralen >2mm, goede aanhechting tot bitumen.

Bitumen 100pen

Bereiding van het asfalt met een batch-mix installatie op het project.

Vooronderzoek en kwaliteitscontrole met een asfaltlaboratorium, ook op het project

Opbouw bekleding: zie 2.4

Er werd aangelegd, ook in de zone van springtij.

De onderbouw, fundatie bestaat uit (zandasfalt) gebitumineerd zand.

Verwerking aanbrengen van het asfalt: zie 2.2 warm op koud en 3.1.3 spreidmachine type wegebouw aangepast.

Dikte instelling handmatig en einde van de wormen omgewisseld om minder grof asfalt naar de naad (kant van de baan) zijdelings te transporteren.

Verdichten met een tandem (tril) wals van 2,5ton

Verdichting met weinig gangen en gefaseerd met de temperatuur aanbrengen.

Naden (lassen) aan de kopse einden van de banen uitvoeren in warme cut-back (terug snijden van de verdichte, maar nog warme asfalt).

2012

Verschillende tussentijdse visuele inspecties in eigen beheer doorgevoerd. De laatste in 2012:

Geen schades, zie foto 2012 op de volgende pagina met open steen asfalt. WAB 1985 en OSA 1984.

(bovenzijde van de open steenasfalt was gelijk met het putdeksel)

B - WAB England, Fort Perch Rock Mersey 1985
2012



5. Rapportage van trends

Waterbouw asfaltbeton

De levensduur van waterbouw asfaltbeton hoeft geen toevalstreffer te zijn. De zeer goede praktijk resultaten van wab met een lange levensduur kan worden vertaald naar een uitgebreider vooronderzoek.

Meer aandacht voor de onderbouw levert een belangrijk aandeel om wab kwalitatief hoogwaardig als taludbekleding van dijken aan te brengen. De investering op de fundatie kan een belangrijk aandeel leveren in een lage levensduur.

Reparatie van naden en lassen kan worden uitgesteld door aangepaste aanleg.

Onderhoud aan de oppervlakte behandeling moet zijn basis vinden in behoud van de goede eigenschappen van het waterbouw asfaltbeton en niet tijdstip en beschikbaar budget. Onvolkomenheden aan het oppervlak van het verdichte waterbouw asfaltbeton moeten worden gecorrigeerd voordat deze worden afgedekt.

Vooronderzoek:

Meer aandacht voor de samenstelling van graderingen.

Graad van verdichting van proefstukken in relatie tot het plan van aanpak bij de aanleg.

Aanhechting van bitumen < > steen toetsen

Recycling – Hergebruik:

De mogelijkheden vooral in Nederland zijn legio. De toepassing wordt door voorbehandeling meer en meer afgestemd op eindproduct dan het moeten / willen verbruiken van vrijkomende materialen.

Onderbouw:

Ontwerpen als klankbord voor de wab met eisen voor draagkracht en waterdoorlatendheid.

Aanleg:

De resultaat van de naden en lassen moet meer overeenkomen met de kwaliteit van de taludbekleding en geen zwakke schakel. Ontwikkelingen in de aanleg van stuwdammen en bekkens met een asfaltbekleding zijn al jaren op dit niveau.

Oppervlaktebehandeling:

Afwijking in het resultaat van de waterbouw asfaltbeton eerst corrigeren, levert een langere levensduur voor beide.

Niek Leguit – Hydraphalt v.o.f.

Referenties:

De in Nederland gepubliceerde handboeken zijn over het algemeen bekend. Hieronder interessante uitgaven met betrekking tot de mengsamenstelling, productie, verwerking en aanleg van waterbouw asfaltbeton:

1. Asphaltic Concrete Cores for Embankment Dams – Kaare Höeg 1993 – Statkraft / Veidekke /Norwegian Geotechnical Institute
2. Den Fluten Grenzen setzen, Schleswig-Holstein Küstenschutz Westküste und Elbe Band 1: Nordfriesland – Robert Stadelmann 2008 – Schleswig-Holsteinischen Heimatbund / Minister für Landwirtschaft, Umwelt und Räume des Landes Schleswig-Holstein
3. Empfehlungen für die Ausführung von Asphaltarbeiten im Wasserbau, Ausgabe 1983
4. Empfehlungen für die Ausführung von Asphaltarbeiten im Wasserbau, Ausgabe 2008 (web)
5. Performance of Asphaltic Revetments, Report SR 340 – D M Herbert 1993 – HR Wallingford
6. Shell Bitumen Hydraulic Engineering Handbook – Erich Schönian 1999 – Shell International Petroleum Company (In boekvorm en de volledige uitgave als CD-ROM)
7. Strabag Schriftenreihe 46, Entwicklungsgeschichte in den neuen Bundesländern 1992
8. Strabag Schriftenreihe 47, Verfahren zum Deponiebau 1992
9. Teerbau Veröffentlichen 44 / 20, Der Bau des Staudammes Hatta mit Asphaltinnendichtung – U. Balzereit / T. Quirin 1998 – Teerbau Essen

Notitie:

Boeken en cd-rom bij de opsteller van het rapport

5 van HR Wallingford is gevonden in ons UK bureau van Hesselberg Hydro (hard copy krijgt de schrijver in week 8)

Conclusie:

Regelgeving:

De huidige regelgeving voor bitumineus gebonden bouwstoffen, in Nederland, garanderen niet de aanleg van een bekleding met waterbouw asfaltbeton op een dijktaalud met een lange levensduur:

De oorzaak hiervoor kan worden gevonden in de samenstelling van waterbouw asfaltbeton op basis van prijs voor aanleg in plaats van investeren in levensduur:

In landen met asfalt voor het waterdicht bekleden van stuwdammen, dicht asfaltbeton, zijn de eisen stringenter. Dit is vaak ook (gedeeltelijk) overgenomen naar de kustwaterbouw.

- Lagere holle ruimte.
- Adhesie tussen bitumen en mineralen beproeven.
- Naden tussen de verschillende fasen van aanleg gelijke eisen.

Mengsamenstelling:

- Toets de aanhechting van steen en penetratie bitumen.
- Bij wab+ worden de graderingen van de mineralen gecombineerd tot een Fuller kromme.
- Extra vulstof is benodigd voor minimale holle ruimte, bij een lage verdichting.

(toets de optimale zand : vulstof verhouding)

- Een kleine afwijking tot de Fuller kromme tot 2mm is gewenst voor de verwerking.

(toevoegen van een-korrelig natuursand)

- Toets de holle ruimte bij een lage verdichtingsgraad

Recycling – hergebruik:

Verschillende productie methoden met toevoeging van asfaltgranulaat. Het aandeel in de geleverde wab is van 25% tot meer dan 80% gerealiseerd.

Er zijn twee volledig verschillende methoden toegepast:

- WAB produceren met toevoegen van asfaltgranulaat.
- Asfaltgranulaat met toevoegen van verse bestanddelen tot WAB.

Het toepassen van asfaltgranulaat mag geen inbreuk maken op de mengsamenstelling van hierboven.

Onderbouw – fundering:

De taludbekleding in waterbouw asfaltbeton is in dikte en homogeniteit vele malen beter aan te leggen dan op los kernmateriaal. Uiteraard kunnen aan de fundatie naast draagkracht (klankbord voor de verdichting) extra eisen worden toegevoegd.

- Wel of niet draineren, k-waarde, de waterdoorlatendheid
- Los of gebonden materiaal

Gebonden altijd toepassen als de bekleding in waterbouw asfaltbeton tot in de getijde zone wordt aangelegd. (Nog niet van toepassing in Nederland)

Aanleg:

Verschillende werkmethoden en type spreid- / verdichting- zijn toegepast. Van spreiden met asfaltwerkers tot hydraulische kranen, spreidmachines en slipformpavers. Het resultaat dat geldt en bij inzet van innovatie moet alle functies aanwezig zijn.

Als voorbeeld de slipformpaver van 1985, gebaseerd op technieken uit de aanleg van asfaltkernen voor het waterdicht opleveren van stuwdammen. Bij de bouw van kernen is er een fundatie aanwezig van de voorgaande laag. Bij verwerken direct op een losse onderbouw moet egaliseren en verdichten worden toegevoegd aan de functies van het materieel. Het resultaat van de bekleding in waterbouw asfaltbeton was dus sterk afhankelijk aan de karakteristieken van de onderbouw.

Naden werden behandeld volgens een standaard werkmethode. Het resultaat is dan zeer wisselend.

- Koude naden dient men voor te behandelen en wab buiten de specificatie moet worden verwijderd.
- Bij wisselende weersomstandigheden is het verstandig om bitumineuze hulpstoffen toe te passen.

Het naadbereik kan en moet voldoen aan de eisen van de gehele oppervlakte.

Voorbeelden van verschillende werkmethoden aangepast aan het klimaat zijn:

1) 1985 – Fort Perch Rock – Mersey (UK)

Mengsamenstelling van wab, zie voorgaande tekst.

Goede klankbodem – gebitumineerd zand en verdicht menggranulaat.

Aangebracht in twee lagen van 10cm elk.

Zomer, droge omstandigheden.

NADEN

- Alleen (cut-back) terug hakken van de daglas, direct na het verdichten.
- Alleen kleef de volgende morgen.

2) 1986-87 – Faroer Islanden – (3 stuwdammen 1:1,75)

Mengsamenstelling van wab, zie voorgaande tekst.

Goede klankbodem – gebitumineerde drainage laag

Aangebracht in twee lagen van 8cm elk.

Zeer slechte weersomstandigheden, hoge regenval en veel wind.

NADEN

- Direct na aanleg de naad onder 45° verdichten met mechanische stampers.
- Naad bereik afgieten met asfaltmestiek.
- Volgende morgen verwarmen met infra rood branders.

Afwerken:

Vaak wordt een (half) warme bitumineuze dichting-laag voorgeschreven.

Deze is onmogelijk goed aan te brengen als open structuur van de waterbouw asfaltbeton, verdichting tijdens regen of wals-scheuren, niet eerst wordt verholpen.

Koud verwerken van bitumineuze producten, water- maar niet dampdicht leveren een beter resultaat, zonder vermindering aan levensduur.

Onderhoud:

Meer afhankelijk aan de geleverde kwaliteit, dan levensduur. De mengsamenstelling en de verwerking kunnen de onderhoudsvrije periode na aanleg duidelijk verlengen.

Voorbeelden:

1) 1984 Porthcawl – (golfbreker voor verticale zeekering) – Wales (UK)



Geen uitstekende onderbouw – hogging (klei-grind mengsel)

Mengsamenstelling passend in de RAW

Aangebracht in een laag

Zeer zware golf aanval met rollend gravel – totale bekleding in de getijde zone – (zeer groot tijverschil)

Onderhoud van naden begon al in 1985.

Groot onderhoud – aansluiting op de gepenetreerde steen 2005

2) 1985 Fort Perch Rock – Mersey (UK)

Zie hierboven:

De bekleding heeft geen (niet meer) oppervlakte behandeling. Constructie onder golf aanval bij hoog tij.

Nog steeds vrij van onderhoud.

Niek Leguit – Hydraphalt