WEGEN VAN CEMENTBETON

Uitvoering van monolietverhardingen

Voor de realisatie van wegverhardingen wordt ***in het werk gestort beton*** *in zeer diverse toepassingen aangewend. De voordelen zijn immers talrijk:*

- *grote stijfheid en bijgevolg goede verdeling van de lasten op de onderlagen en uitstekend vermoeiingsgedrag,*
- *grote slijt- en spoorvormingsweerstand en randen die niet eroderen,*
- *geen aantasting door olie, organische stoffen, chemische stoffen,*
- *heldere kleur, stroefheid en veiligheid in de winter,*
- *milieuvriendelijkheid.*

Betonverhardingen gaan tevens lang mee en vereisen weinig onderhoud, althans indien zij goed zijn ontworpen en vakkundig zijn uitgevoerd. Is dat niet het geval dan kan soms vrij snel belangrijke schade optreden, met hoge onderhoudskosten als gevolg.

In wat volgt worden alle aspecten van de uitvoering van monolietverhardingen besproken. Het bulletin wil een repertorium zijn ten behoeve van de personen die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van de werken en het toezicht op de bouwplaats.

De evaluatie van oudere en recente betonverhardingen toont inderdaad steeds weer aan hoe belangrijk de kwaliteit van de uitvoering is. Dit vraagt bijzondere aandacht, zowel van de aannemer die de werken uitvoert als van de personen die erop toezien dat de contractuele voorschriften worden geëerbiedigd.



DOSSIER CEMENT

26
september 2001

wegverharding
in situ gestort beton
uitvoering

(94) Ef2 (D)

BB/SfB

Er bestaan verschillende soorten monolietverhardingen:

I- Ongewapend beton – korte platen

Deze verhardingen bestaan uit een opeenvolging van platen waarvan de lengte beperkt blijft tot ongeveer 25 maal de plaatdikte. Tegenwoordig wordt evenwel aangeraden de platen niet langer dan 5 m te maken, zelfs als de voegen van deuvels zijn voorzien om de lasten over te dragen. De bewegingen die het gevolg zijn van schommelingen van temperatuur en vochtigheid zijn in de voegen geconcentreerd. Normaal worden deze voegen opgevuld om te voorkomen dat water in de wegconstructie binnendringt. De breedte van de platen is beperkt tot maximum 4,5 m.



I

II- Gewapend beton

II-a Doorgaand gewapend beton

Verhardingen van doorgaand gewapend beton worden gekenmerkt door de afwezigheid van dwarsvoegen. Zij zijn voorzien van een stalen langswapening. De doorsnede van de staven wordt zo berekend dat de scheurvorming kan worden beheerst en dat de scheuren gelijkmatig verdeeld zijn (tussenafstand 1 à 3 m). De scheurwijdte moet zeer klein blijven, in ieder geval kleiner dan 0,3 mm.



IIa

II-b Gewapende platen

Gewapende platen worden vrijwel nooit toegepast, behalve voor industrievloeren binnen of buiten die aan grote belastingen worden blootgesteld, of wanneer het aantal krimpvoegen moet worden beperkt.



IIb

II-c Staalvezelbeton

Verhardingen van staalvezelbeton blijven voornamelijk beperkt tot industrievloeren. In die sector worden zij dan ook veelvuldig toegepast. Voor wegverhardingen kan dergelijk beton worden gebruikt voor dunne of zeer dunne platen of voor zeer specifieke toepassingen.



IIc



1



2

(Te verbieden !)



3

1. VOORBEREIDING VAN HET BAANBED OF DE FUNDERING

Het baanbed waarop de verharding moet komen, dient grondig te worden voorbereid, zodat overal een toereikende en gelijkmatige nominale verhardingsdikte kan worden gerealiseerd, en waardoor tevens een homogene hechting tussen de betonlaag en het draagvlak mogelijk wordt. Dit is immers belangrijk voor het latere gedrag van de verharding [1].

Bij wegen met fundering dient te worden gezorgd voor afvoer van het water. Slijk, bladeren, enz... moeten worden verwijderd [2].

Als de fundering doorlatend is, is het aangewezen ze met water te besproeien om te voorkomen dat aanmaakwater uit het beton wordt weggezogen.

Is de fundering daarentegen ondoorlatend (bijvoorbeeld als de betonnen verharding wordt aangebracht op een tussenlaag van dicht asfaltbeton) kan het nodig zijn deze laag bij warm weer door besproeiing af te koelen.

Bij wegen zonder fundering zijn volgende punten van belang:

- afvoer van alle oppervlaktewater;
- goede verdichting van het baanbed;
- uitvulling van eventuele wielsporen veroorzaakt door werkverkeer, gevolgd door nieuwe verdichting;
- effening van het baanbed door middel van een zandlaag is verboden: wanneer het baanbed geëffend moet worden, is het raadzaam daarvoor een korrelvormig materiaal te gebruiken, ofwel slakken, ofwel steenslag met een korrelmaat van bijvoorbeeld 0/20;
- eventueel een extra breedte voor meer zijdelingse steun.

Steeds moet worden vermeden dat aanmaakwater uit het beton in de onderbouw of de fundering wordt gezogen. Dit kan worden bereikt door ofwel het baanbed matig te bevochtigen, ofwel een plasticfolie op de onderbouw van de verharding aan te brengen. Dit werk moet met zorg worden uitgevoerd, om te voorkomen dat de folie scheurt of door de wind wordt losgerukt.

2. BETONFABRICAGE EN -TRANSPORT

NB: Dit bulletin handelt niet over de samenstelling van het beton. Die is echter eveneens van fundamenteel belang voor een goede verwerking en voor de duurzaamheid van de verharding.

2.1 Betoncentrale

De betoncentrale [3] dient een voldoende capaciteit te bezitten om de betonneermachines continu te kunnen bevoorraden. De bestanddelen en de hulpstoffen dienen zeer nauwkeurig te worden gedoseerd. Er moeten minstens evenveel trechters zijn als fracties granulaten; zij zijn voorzien van verhoogde randen, om vermenging van materialen te voorkomen. De machines voor het laden van de materialen verkeren in goede staat en hebben voldoende capaciteit om de trechters continu te kunnen bijvullen. Hun laadbak mag niet breder zijn dan de trechters. De inhoud van de cementsilo's en de watertank staat in verhouding tot de productiemogelijkheden.

Voor kleine werken wordt dikwijls een beroep gedaan op vaste betoncentrales. In dat geval is het aangewezen zich te wenden tot centrales die gecontroleerd worden en die een BENOR-beton kunnen leveren.

Nuttig en zelfs onmisbaar is een communicatiesysteem tussen de betoncentrale en de bouwplaats, teneinde bereiding en verwerking van het beton te kunnen coördineren.

2.2. Transport van het beton

Er moeten voldoende vrachtwagens zijn om de verwerkingsmachines continu te bevoorraden. Het aantal hangt af van het rendement op de bouwplaats, het laadvermogen van de

vrachtwagens en de cyclustijd (dit wil zeggen de transporttijd en de tijd nodig voor het laden en lossen van een vrachtwagen). Het laadvermogen en het type van de te gebruiken vrachtwagens zijn afhankelijk van de aard van het werk, van de toegangswegen en van de betonverwerkingsmachines.

De bestekken schrijven meestal voor dat het beton moet worden vervoerd in vrachtwagens met kipbak [4]. Wegenbeton is immers een relatief droog mengsel met een consistentie die het vervoeren en lossen met truckmixers moeilijk maakt. Vrachtwagens met kipbak kunnen bovendien sneller lossen. Voor kleine werken en in stedelijke gebieden wordt het gebruik van truckmixers steeds meer toegestaan [5]. In dat geval kan juist voor het storten nog een hulpstof zoals een superplastificeerder worden toegevoegd.

De nodige maatregelen moeten worden genomen om te voorkomen dat het watergehalte en de temperatuur van de betonspecie tijdens het transport veranderingen ondergaan. Daartoe schrijven de bestekken voor de vrachtwagens met een zeil af te dekken.



4



5

3. VERWERKING VAN HET BETON

Meestal wordt het beton verwerkt met glijbekistingsmachines, en dat geldt voor alle wegcategorieën. Deze machines beantwoorden immers zowel aan de kwaliteitseisen als aan het nagestreefde tempo van uitvoering. Conventionele betontreinen die over tevoren aangelegde rails lopen, worden in ons land haast niet meer gebruikt voor wegenwerken. Ze worden hier dan ook niet verder besproken. Daarentegen wordt handmatige aanbrenging van het beton tussen bekisting nog toegepast in welbepaalde gevallen, zoals voor het aanleggen van rotondes met kleine straal, aansluitingen, herstellingswerken of wanneer de omstandigheden zodanig zijn dat niet met een glijbekistingsmachine kan worden gewerkt. Dit gebeurt steeds meer in stedelijke omgevingen bij de aanleg van verhardingen in uitgewassen en eventueel gekleurd beton.

3.1. Betonneren tussen vaste bekistingen

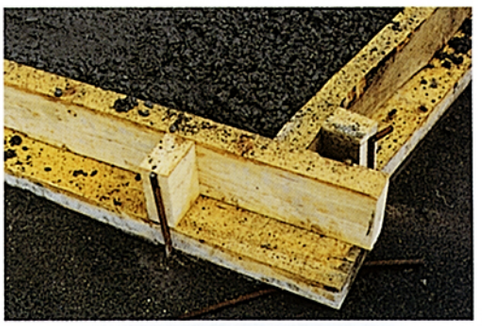
3.1.1. Aanbrengen van de bekisting

Om de bekisting [6] juist te kunnen opstellen dient in de eerste plaats het wegtracé zorgvuldig te zijn uitgezet. Dit uitzetten geschiedt meestal door middel van ijzeren piketten die met tussenafstanden van ten hoogste 5 m stevig in de grond of in de fundering worden gedreven. Nadat de peilmerken, die met de bovenrand van de bekisting overeenstemmen, zijn aangebracht, worden zij verbonden met een richtsnoer dat de hoogte van de bekisting aangeeft. De bekistingselementen moeten overal goed op de bodem rusten; de binnenvlakken moeten op één lijn en verticaal staan. In bochten worden kortere of gebogen bekistingselementen gebruikt, zodat de vorm van de bocht beter kan worden gevolgd.

Wanneer de bekistingselementen over een bepaalde afstand zijn uitgelijnd, worden zij met bekistingspennen vastgezet. Aangezien de bekisting als referentie dient voor de geleiding van de trilbalk, mogen de toleranties ten aanzien van de vlakheid geenszins worden overschreden. Voor het nauwkeurig opstellen van de bekisting dient op de bouwplaats een stijve mal beschikbaar te zijn met dezelfde breedte als de betonverharding, dit om op elk moment te kunnen nagaan of de bekistingselementen evenwijdig liggen.

Tenslotte dient de binnenzijde van de bekisting zorgvuldig met olie of een ontkistingsproduct te worden ingesmeerd, om afbrokkeling van het beton bij het ontkisten te voorkomen en het schoonmaken van de bekistingselementen te vergemakkelijken vooraleer ze opnieuw worden gebruikt.

In de bebouwde kom wordt de bekisting dikwijls vervangen door rijen straatstenen [7]. Deze worden geplaatst op een bed van mortel



6



7

of beton met een cementgehalte van ten minste 350 kg/m^3. De rijen straatstenen delen de verharding in rechthoekige vakken op; ze moeten enkele dagen voor het betonneren worden geplaatst. Als het oppervlak van de stenen onregelmatigheden vertoont, wordt er een dunne plaat op gelegd om het glijvlak voor de trilbalk zo effen mogelijk te maken.

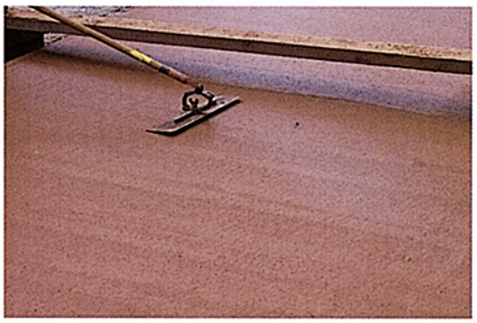
3.1.2. Materieel

Alle benodigdheden voor het uitvoeren van de verharding moeten aanwezig zijn en goed functioneren. Het betreft met name: trilnaalden en trilbalk, materieel voor de afwerking van het oppervlak, voor het aanbrengen van het nabehandelingsproduct, om de voegen te zagen, enz.

De profileerelementen moeten recht zijn, teneinde een goede vlakheid te verkrijgen. Om dit na te gaan wordt op beide uiteinden van een te controleren balk een stelblokje geplaatst, daartussen een draad gespannen en in verscheidene punten de afstand tussen draad en balk gemeten. Een andere methode bestaat erin de vlakheid te controleren met waterpas en baak.
Het verdichtingsmaterieel moet een gelijkmatige trilling verwezenlijken, met de juiste frequentie en amplitude.



8



9

3.1.3. Uitvoering

De betonspecie wordt aangevoerd met truckmixers, ofwel wordt ze in de rijwegsleuf gestort en met een kraan verdeeld. In elk geval moet de valhoogte van de specie worden beperkt en moet geleidelijk worden gestort, om ontmenging of voorverdichting te vermijden. Het aanvoertempo moet worden afgestemd op het uitvoeringstempo, enerzijds om onderbrekingen in de betonverwerking te vermijden en anderzijds om te voorkomen dat er te veel tijd verloopt tussen het storten en de verwerking van de specie. Het verse beton besproeien om het gemakkelijker te kunnen verwerken is in elk geval uit den boze.

Het beton wordt verdicht met trilnaalden en een trilbalk [8]. Eerst wordt met de trilnaalden verdicht, in het bijzonder langs de randen, en vervolgens met de trilbalk. De randen kunnen worden gevormd door de bekisting of door aangrenzende lijnvormige elementen of een bestaande verharding. Zeker wanneer het betonoppervlak naderhand wordt uitgewassen, is het af te raden achter de trilbalk nog manuele correcties uit te voeren. Deze kunnen immers afbreuk doen aan de uiteindelijke homogeniteit van het oppervlak. Het afstrijken kan worden voltooid met een breed strijkspaan dat door middel van een dubbele scharnier aan een steel is bevestigd [9].

3.2. Betonneren tussen glijbekistingen

3.2.1. Voorbereiding van de rupsbandbanen

De kwaliteit van het oppervlak waarover de rupsbanden lopen [10] vormt ongetwijfeld één van de factoren die kunnen bijdragen tot de verwezenlijking van een vlak wegdek. In dit verband dient aan volgende criteria te worden voldaan:

- toereikend draagvermogen, zodat de machine zich kan voortbewegen zonder vervormingen te veroorzaken;
- goede stroefheid om te verhinderen dat de rupsen slippen, vooral bij werken op een helling;
- goede vlakheid om te voorkomen dat de besturingssystemen tijdens het werk te grote hoogteverschillen moeten compenseren. De rupsbandbaan is maatgevend voor de besturing en moet bijgevolg minstens even vlak zijn als de betonverharding. In alle gevallen moeten de banen permanent worden schoongemaakt voor de rupsbanden langsrijden.



10

(Te vermijden !)

De rupsbandbanen moeten voldoende breed zijn. Hierbij dient rekening te worden gehouden met:
- de grootste breedte van de machine plus een extra breedte (vooral bij ophogingen);
- de benodigde ruimte om de geleidedraden op te stellen.

Bij een langshelling van 4 % of meer moeten de rupsbandbanen bovendien worden gestabiliseerd, om slippen te voorkomen. Ook kunnen in dit geval de rupsbanden met platen of haken worden uitgerust, of kan de betonverwerking bij voorkeur in neerwaartse richting gebeuren.

3.2.2. Opstellen van geleidedraden

Het opstellen van de geleidedraden [11] vormt samen met de voorbereiding van rupsbandbanen één van de belangrijke voorwaarden om een vlak wegdek te realiseren.

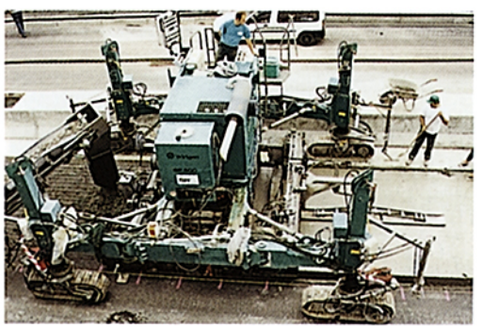
De volgende aanbevelingen zijn van toepassing:
- in geval van een baanbed op een ophoging, de piketten ver genoeg van de kruinlijn van de ophoging plaatsen om voldoende zijdelingse stabiliteit te verkrijgen;
- alleen piketten met verstelbare arm gebruiken;
- de piketten diep genoeg in de ondergrond of de fundering drijven, zodat ze goed vast zitten;
- tussen de piketten bepaalde afstanden respecteren:
  - in rechte wegvakken maximaal 7 m;
  - in horizontale bogen wordt deze afstand aangepast aan de kromtestraal, om het bochtverloop zo goed mogelijk te volgen en om te voorkomen dat de taster van de draad afspringt. Tevens moet rekening worden gehouden met de kleinste kromtestraal die met de machine kan worden gerealiseerd;
- vervormingen in het profiel vermijden door de spanning op de draad zo te regelen dat hij bij het opstellen ervan en bij het voortschuiven van de taster op de draad (optrekken of neerdrukken van de draad door de taster) zo weinig mogelijk doorbuigt. De doorbuiging onder een massa van 50 g, aangebracht op gelijke afstand tussen twee opeenvolgende piketten, mag niet groter zijn dan 3mm. Temperatuurschommelingen doen de draad uitzetten of krimpen waardoor de spanning van de draad verandert. Bij warm weer moet de draad daarom worden aangespannen en bij koud weer moet hij worden gevierd;
- de verankeringen waarmee de draden worden gespannen, goed in de ondergrond of de fundering bevestigen.
- de afstelling van de draden voortdurend controleren om fouten of verschuivingen onmiddellijk te kunnen ontdekken. Nooit bijregelen met een metselaarswaterpas of op zicht. Alle eventueel benodigde correcties verrichten met behulp van topografische instrumenten.



11

3.2.3. Materieel

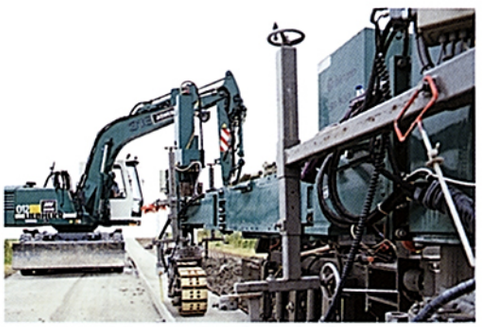
Het principe van een glijbekistingsmachine [12] is als volgt:
- De machine bestaat uit een frame dat via vijzels op twee tot vier rupsen steunt.
- Hoogte en richting worden geregeld door middel van tasters en een referentielijn. Deze laatste bestaat uit:
  - ofwel twee aan weerszijden van de machine gespannen draden,
  - ofwel één draad en de naastgelegen betonplaat,
  - ofwel één draad en een hellingsregelaar,
  - ofwel de fundering zelf (in dit geval werkt de machine met vastgezette vijzels);



12



13



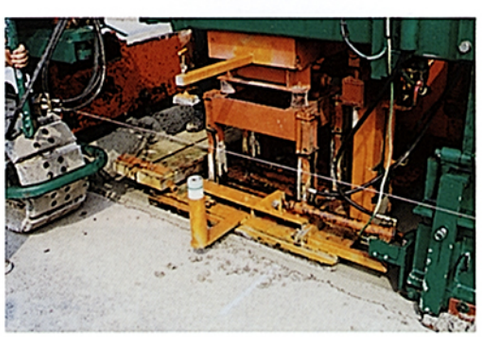
14



15



16



17

- Naargelang van het type kan de machine een of meer van de volgende taken uitvoeren:
  - verdeling van het beton over de volle werkbreedte,
  - trilling en profilering van het beton,
  - afwerking van het oppervlak.

Naast de glijbekistingsmachines is het nuttig of zelfs noodzakelijk op de bouwplaats over het volgende materieel te beschikken:

- een of meer aparte trilnaalden om het beton te verdichten langs de dwarse of langse constructievoegen;
- lichte bekistingselementen en bevestigingspennen om het beton indien nodig te ondersteunen of opnieuw te bekisten;
- een loopbrug van waarop zonodig correcties kunnen worden uitgevoerd nadat de machine is voorbijgekomen [13].

3.2.4. Uitvoering

De aanvoer moet zo worden geregeld dat een gelijkmatige voortgang van de betonverwerking zonder hinderlijke onderbrekingen is gewaarborgd; elke stilstand kan immers oneffenheden veroorzaken. Dit impliceert met name een voldoende capaciteit van de betoncentrale en van de betontransportmiddelen.

De betonspecie wordt gestort:

- ofwel rechtstreeks voor de machine, met behulp van kipwagens. De betonspecie moet geleidelijk worden gelost, teneinde de valhoogte te beperken. Voor een goede verdeling van de betonspecie is, vooral bij grote werkbreedten, dikwijls een kraan nodig [14];
- ofwel in de bak van een *side feeder*, bijvoorbeeld als vrachtwagenverkeer in de baankoffer onmogelijk is omdat er deuvelstoelen of wapeningsnetten zijn geplaatst;
- ofwel in een voorraadbak, waaruit de specie met een kraan wordt opgeschept.

Er kan niet genoeg worden benadrukt dat de verdeling van de betonspecie voor de glijbekistingsmachine zeer belangrijk is voor de uiteindelijke kwaliteit van het werk, vooral wat de vlakheid betreft. Het is van groot belang dat de glijbekistingsmachine een constante en toereikende hoeveelheid betonspecie voor zich uit heeft, zodat een gelijkmatige voortgang van de betonverwerking gewaarborgd is. De machine mag in geen geval als een bulldozer worden beschouwd.

Bij grote aanlegbreedten wordt de betonspecie bij voorkeur verdeeld met behulp van een aparte verdeelmachine [15] die zich voor de glijbekistingsmachine bevindt of , bij gebrek daaraan, door de glijbekistingsmachine zelf (*side feeder* [16], wormwielen, wagen...). Met een aparte verdeelmachine kan de betonneermachine gelijkmatiger voortbewegen. De afstand tussen de verdeel- en de verwerkingsmachine moet voldoende klein worden gehouden, om veranderingen in het watergehalte van de betonspecie te beperken.

De snelheid van de machine wordt afgestemd op de aanvoer van de betonspecie, maar er moet ook rekening worden gehouden met de consistentie van het beton en de vlakheid van de rupsbandbanen. In de praktijk ligt de optimale snelheid tussen 0,75 en 1 m/min. Een gelijkmatige voortgang van de betonverwerking zonder hinderlijke onderbrekingen is een waarborg voor kwaliteit, welk type van machine ook wordt gebruikt.

In principe moeten alle afstellingen van de machine gebeuren voor het begin van de betonverwerking. Deze afstellingen dienen evenwel voor het begin en tijdens de gehele duur van de betonverwerking te worden gecontroleerd en bijgeregeld, zodat het wegdek correct wordt uitgevoerd: dikte, gaafheid van de randen, staat van het oppervlak.

Sommige machines zijn uitgerust met een inrichting waarmee deuvels of ankerstaven (ook koppelstaven genoemd) tijdens het werk in het verse beton kunnen worden getrild [17]. Het intrillen van deuvels wordt het best bij een continu voortlopende machine

uitgevoerd. Het oppervlak wordt vervolgens met een balk gerectificeerd. Alle voorzorgen moeten worden genomen om de deuvels correct te plaatsen en de vlakheid van het betonoppervlak niet te verstoren (betonsamenstelling, voortbewegingssnelheid, enz.).

Bij verwerking met een glijbekistingsmachine en vooral bij wegen met snel verkeer wordt het gebruik van een *'supersmoother'* (langse afstrijkbalk) sterk aanbevolen, en in sommige lastenboeken zelfs verplicht. Dit is een achter op de machine gemonteerde afstrijkbalk die tegelijk een heen-en-weergaande beweging in langsrichting en een verplaatsing in dwarsrichting maakt [18]. Hiermee kunnen kleine fouten of golvingen achter de verwerkingsmachine worden weggewerkt, wat het rijcomfort verbetert en de hinder door onvlakheden met korte golflengte (geluid, trillingen) beperkt. De *supersmoother*, die een kleine hoeveelheid cementmelk doet ontstaan, moet worden gevolgd door een jutedoek of een sleepplaat, om eventuele sporen uit te wissen. Ook voor andere wegcategorieën, met inbegrip van fietspaden, kan de *supersmoother* worden gebruikt.



18

3.2.5. Voorzorgen om een goede vlakheid te verkrijgen

Voor een goede vlakheid zijn vooral de volgende factoren bepalend:

- beton met een gelijkmatige consistentie, aangepast aan de verwerkingsmachines en aan de werkomstandigheden,
- regelmatige aanvoer van beton en gelijkmatige spreiding voor de betonneermachine,
- de juiste besturing van de verwerkingsmachines, die dan weer afhankelijk is van het afstellen van de bekisting of de geleidedraden, de kwaliteit van de rupsbandbanen, de regeling van de tasters, enz.,
- gelijkmatige voortgang van de betonneermachine, zonder onderbrekingen en met een snelheid aangepast aan de consistentie van het beton en aan de werkomstandigheden,
- gebruik van specifiek materieel of uitrusting waarmee kleine hoogteverschillen achter de verwerkingsmachine kunnen worden uitgevlakt: correctiebalk, *supersmoother*, enz.



19

4. UITVOERING VAN VOEGEN

Al het materieel dat nodig is om voegen in het verse of in het verharde beton aan te brengen, moet op de bouwplaats aanwezig zijn.

De zaagschijven [19] moeten aangepast zijn aan de kwaliteit van het beton, met name aan de hardheid en het afschuurvermogen van de granulaten. Het kan nuttig zijn over reservematerieel te beschikken dat kan worden ingezet in geval van defect.

De balk voor het maken van een constructievoeg is stijf en maakt het mogelijk een rechtlijnige voeg te verkrijgen loodrecht op de wegas. Deze balk moet aangepast zijn aan het type verharding (wegdek met voegen, doorgaand gewapend beton).

4.1. Dwarsvoegen

4.1.1. Krimpvoegen

Scheuraanzetten [20] worden aangebracht om te voorkomen dat het beton door krimp op een ongecontroleerde ('wilde') wijze scheurt. De diepte van een scheuraanzet is gelijk aan een derde van de plaatdikte. Krimpvoegen kunnen worden uitgerust met deuvels.

Bij hoofdwegen worden de krimpvoegen meestal gemaakt door inzagen. Dit zagen vindt zo snel mogelijk plaats, meestal tussen 5 en 24 uur na de verwerking van het beton. Het spreekt vanzelf dat het beton een voldoende stijfheid moet hebben bereikt om te voorkomen dat de randen van de voeg worden beschadigd. Bij



20

hoge temperaturen kan gebruik worden gemaakt van specifiek materieel waarmee binnen de 3 uur na de betonverwerking de voegen kunnen worden gezaagd. In dat geval wordt licht gereedschap gebruikt waarmee een voeg wordt gezaagd met een diepte van ongeveer 2,5 cm. Elke aanzet die geen scheur heeft opgeleverd moet binnen de 24 uur worden verdiept tot op 1/3 van de plaatdikte.

Het aanbrengen van scheuraanzetten voor krimpvoegen in het verse beton is een techniek die vrijwel niet meer wordt toegepast. Wel wordt zij nog gebruikt voor plattelands- of gemeentewegen, wanneer de omvang van het verkeer en de vlakheidscriteria dit toelaten.
Voor het maken van een dergelijke voeg wordt een dun trilmes (hoogstens 6 mm dik) in het verse beton gedreven tot een diepte gelijk aan 1/3 van de plaatdikte.
De voeg kan zowel met soepele als met stijve voegstrippen worden gerealiseerd. In het eerste geval wordt op het verse beton een dunne plasticstrip gelegd die een breedte bezit gelijk aan tweemaal de diepte van de scheuraanzet plus 2 cm. Het mes wordt op het midden van de strip gezet waarna de strip door het trilmes in het beton wordt gedreven. In het tweede geval wordt de stijve voegstrip in de gleuf gestoken die vooraf met het trilmes werd gemaakt. De bovenkant van de strip moet gelijklopen met het betonoppervlak.

Na aanbrenging van de scheuraanzet dient het oppervlak ter plaatse van de voeg opnieuw vlak te worden gemaakt. Manueel uitgevoerde correcties dienen echter zoveel mogelijk te worden beperkt, omdat ze de oorzaak kunnen zijn van latere afsplintering van de voegranden.



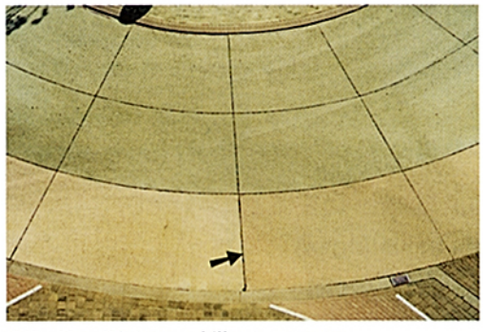
21

4.1.2. Uitzetvoegen

Uitzetvoegen [21] worden nog slechts uitzonderlijk toegepast. In die zeldzame gevallen moeten ze dan ook hun rol vervullen zonder achteraf moeilijkheden te veroorzaken.

Bij gebruik van glijbekistingsmachines is voor het maken van dergelijke voegen bijzondere zorg vereist.
Met name op het volgende zal worden toegezien:

- de houten voegplank moet met metalen pennen stevig in de fundering worden vastgezet, zodat ze tijdens het storten van het beton niet van plaats kan veranderen;
- de voegplank moet iets minder hoog zijn (2 à 3 cm) dan de laagdikte van het beton, teneinde de betonverwerking niet te hinderen. Nadat de glijbekistingsmachine is gepasseerd, dient het beton boven de plank te worden verwijderd over een breedte die ten minste gelijk is aan de dikte van de plank, zodat boven in de voeg geen "betonbrug" wordt gevormd;
- uitzetvoegen moeten steeds worden voorzien van deuvels, zelfs bij minder druk bereden wegen. Deze deuvels zijn aan één uiteinde voorzien van een dop die gevuld is met samendrukbaar materiaal, om de bewegingen van het beton op te vangen.



22

(NB: Vermijd tintverschillen tussen twee dagproducties...)

4.1.3. Constructievoegen

Constructievoegen [22] – ook wel dag- of stortvoegen genoemd – worden gemaakt op het einde van een dagproductie of wanneer de betonverwerking voor langer dan 2 uur wordt onderbroken. De wand van deze voegen is vlak, verticaal en staat haaks op de as van de verharding. Ze worden steeds gedeuveld.

Bij de hervatting van het werk wordt het verse beton tegen het reeds verharde beton aangestort. De betonspecie wordt langs weerszijden van de voeg met een aparte trilnaald nagetrild.

1. VOORBEREIDING VAN HET BAANBED OF DE FUNDERING

- *1- vlakheid (*)*
- *2- netheid*

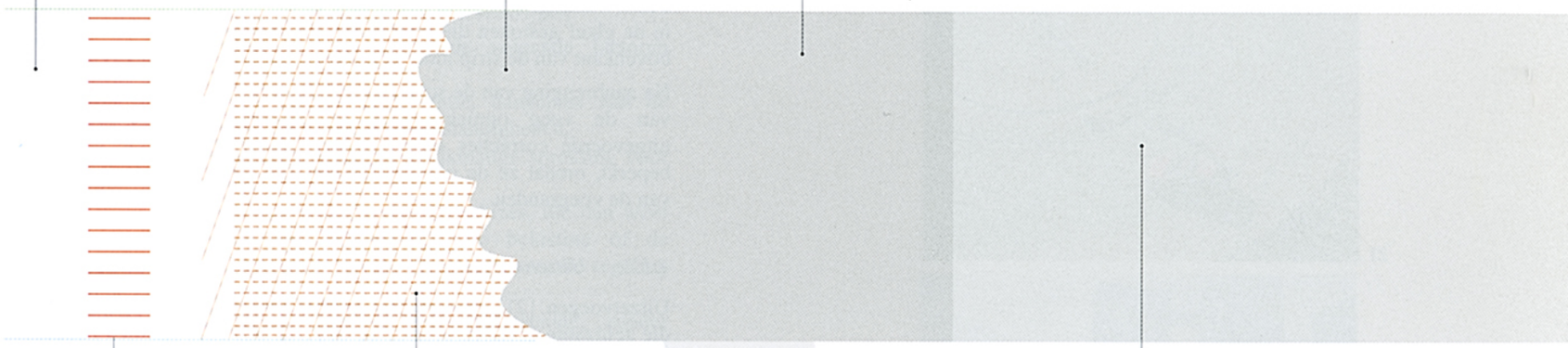
2. BETONFABRICAGE EN -TRANSPORT

- *3- betoncentrale*
- *4- kipbak*
- *5- truckmixer*

3. VERWERKING VAN HET BETON

(3.2. Glijbekistingen)

- *10- rupsbandbanen*
- *11- geleidedraden*
- *12- 'slipform paver' (glijbekistingsmachine)*
- *13- loopbrug*
- *14- kraan*
- *15- verdeelmachine*
- *16- 'side feeder'*
- *17- intrillen van deuvels*
- *18- 'super-smoother'*



(4.3. Deuvels / ankerstaven)

- *25- scheur aan uiteinde van deuvels*
- *26- verankering*
- *27- inbetonneren van deuvelstoelen*
- *28- markering*

- *33- textuur*

(6.1. Bezemen)

- *34- handmatig bezemen*
- *35- machinaal bezemen*

(6.2. Uitwassen)

- *36- vertrager*
- *37- handmatig sproeien*
- *38- beschermfolie*
- *39- borstelen*
- *40- hogedruk waterstraal*

(6.3. Gefigureerd beton)

- *41- drukpatroon*
- *42- uitzicht*

(3.1. Vaste bekistingen)

- *6- bekistingselementen*
- *7- straatstenen*
- *8- trilnaald / trilbalk*
- *9- strijkspaan*

- *30- wapeningsprincipe*
- *31- wapening van rotonde*
- *32- dagvoeg*

5. BIJZONDER GEVAL: DOORGAAND GEWAPEND BETON

6. OPPERVLAKTEBEHANDELING

(*) *De nummers verwijzen naar de foto's*

7. BESCHERMING VAN HET BETON

(7.1. Tegen uitdroging)

43- 'curing compound'

(7.2. Tegen regen)

44- plastic folie

(7.3. Tegen vorst)

45- isolatiemateriaal

(7.3. Tegen mechanische invloeden)

46- beschadiging

47- bebakening

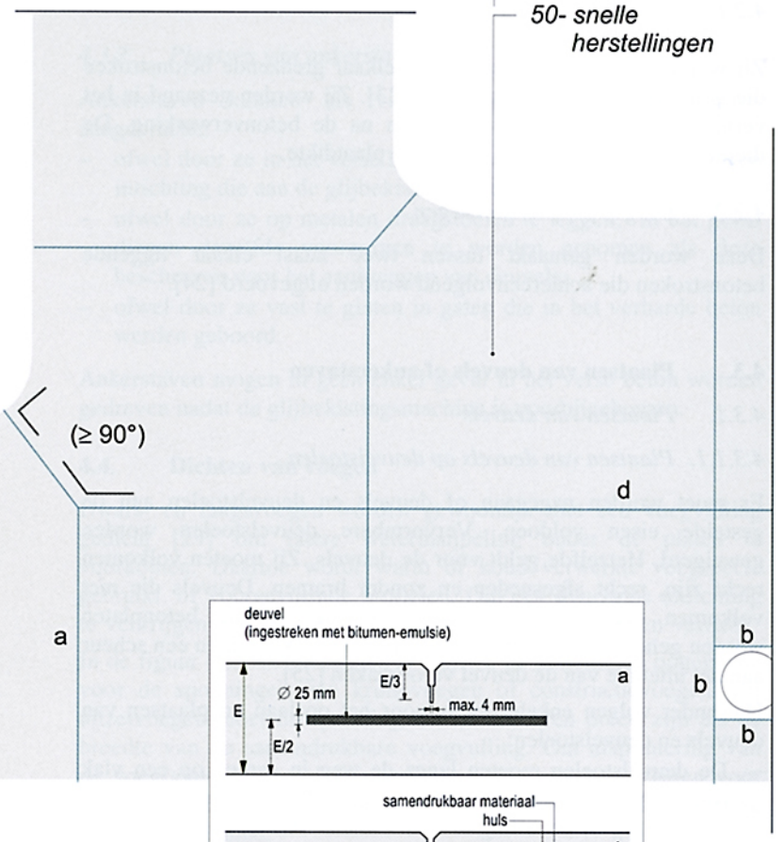
8. BIJZONDERE MAATREGELEN

48- helling (opwaarts)

49- helling (neerwaarts)

9. OPENSTELLING VOOR VERKEER

50- snelle herstellingen



19- zaagmachine

(4.1. Dwarsvoegen)

20- krimp- / buigvoeg (a)

21- uitzetvoeg (b)

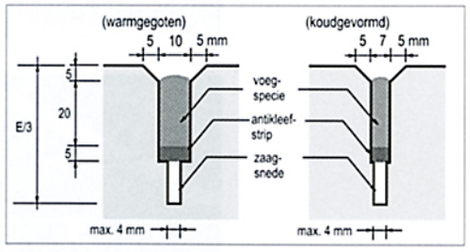
22- constructievoeg (c)

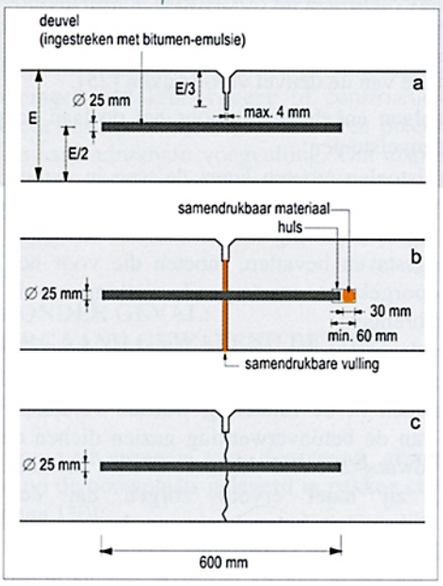
(4.2. Langsvoegen)

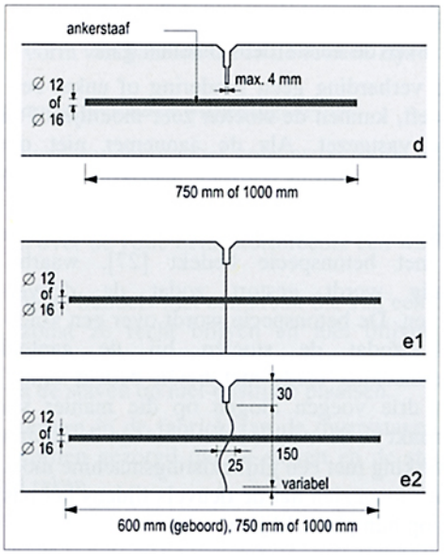
23- krimp- / buigvoeg (d)

24- constructievoeg (e)

29- voegdichting







4. UITVOERING VAN VOEGEN

4.2. Langsvoegen

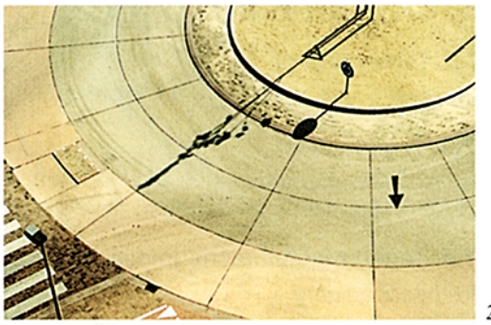
Langsvoegen lopen evenwijdig met de as van de weg en zijn enkel nodig wanneer de verharding breder is dan 4,5 m. Zij kunnen worden voorzien van ankerstaven.

4.2.1. Langse krimp-/buigvoegen

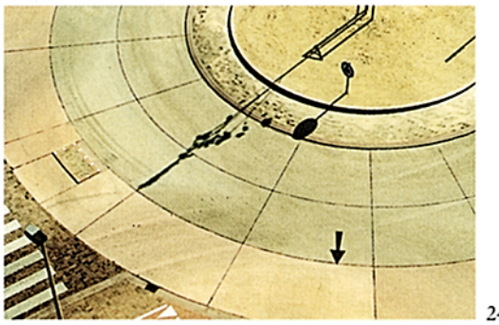
Zij worden gerealiseerd tussen aan elkaar grenzende betonstroken die gelijktijdig worden uitgevoerd [23]. Zij worden gezaagd in het verharde beton, ten laatste 24 uren na de betonverwerking. De diepte bedraagt ten minste 1/3 van de plaatdikte.

4.2.2. Langse constructievoegen

Deze worden gemaakt tussen twee naast elkaar liggende betonstroken die achtereenvolgend worden uitgevoerd [24].



23



24

4.3. Plaatsen van deuvels of ankerstaven

4.3.1. Plaatsen van deuvels

4.3.1.1. Plaatsen van deuvels op deuvelstoelen

Er moet worden nagegaan of deuvels en deuvelstoelen aan de gestelde eisen voldoen. Vervormbare deuvelstoelen worden geweigerd. Hetzelfde geldt voor de deuvels. Zij moeten volkomen recht zijn, recht afgesneden en zonder bramen. Deuvels die niet volkomen evenwijdig met het oppervlak van de betonplaten worden gehouden, kunnen de voegopening blokkeren en een scheur aan het uiteinde van de deuvel veroorzaken [25].

Hieronder volgen enkele regels voor het opslaan en plaatsen van deuvels en deuvelstoelen:

- De deuvelstoelen moeten langs de weg in aanleg op een vlak (dus niet op de taluds) en schoon oppervlak worden gelegd, om vervorming of bevuiling te voorkomen. Als de stoelen gelaste verbindingsstaven bevatten, moeten die voor het betonstorten worden doorgeknipt, om de goede werking van de voeg niet in gevaar te brengen.
- Wanneer de verharding op een gebonden fundering (schraal of bitumineus beton) wordt aangebracht, kunnen de deuvelstoelen met krammen in de fundering worden verankerd [26]. In de richting van de betonverwerking gezien dienen deze krammen vóór de dwarsstaven te komen. Welke methode ook wordt gebruikt, zij moet ervoor zorgen dat de stoelen en deuvels tijdens het betonstorten op hun plaats blijven. Met name dient rekening te worden gehouden met de voorwaartse druk die het beton aan de voorkant van de machine uitoefent. De stevigheid van de verankeringen moet worden gecontroleerd bij het begin van de betonverwerking, wanneer de machine over de eerste deuvelstellen gaat.

Wanneer de verharding geen fundering of enkel een ongebonden fundering heeft, kunnen de stoelen zeer moeilijk of zelfs helemaal niet worden vastgezet. Als de aannemer niet over materieel beschikt om de deuvels in te trillen, kan als volgt te werk worden gegaan:

- De stoelen met deuvels worden met behulp van een kraan of grijper met betonspecie bedekt [27], waarbij de specie voorzichtig wordt gestort zodat de deuvelstoelen niet verschuiven. De betonspecie wordt over een voldoende afstand verdeeld, zodat de stoelen bij de aantocht van de betonneermachine reeds met beton bedekt zijn. Ten hoogste twee tot drie voegen mogen op die manier vooraf worden klaargemaakt en de machine dient binnen de 30 min. te volgen.
- Bij verwerking met een glijbekistingsmachine moet er bijzonder op worden toegezien dat de deuvels tijdens het passeren van de machine op hun plaats blijven.



25



26



27

4.3.1.2. Intrillen van deuvels

Het bestek kan bepalen dat de deuvels in de betonspecie moeten worden getrild (zie §3.2.4). In dat geval moet de plaats waar de deuvels gaan komen uiterst zorgvuldig langs weerszijden van de weg worden aangeduid opdat later precies midden boven de deuvels de voegen worden gezaagd [28].



28



29

4.3.2. Plaatsen van ankerstaven

Ankerstaven kunnen als volgt in de langsvoegen worden aangebracht:

- ofwel door ze in het verse beton te drijven, met behulp van een inrichting die aan de glijbekistingsmachine is aangepast;
- ofwel door ze op metalen draagstoelen te leggen; in dat geval dienen dezelfde voorzorgen te worden genomen als deze beschreven voor het aanbrengen van deuvels;
- ofwel door ze vast te gieten in gaten die in het verharde beton werden geboord.

Ankerstaven mogen in geen enkel geval in het verse beton worden gedreven nadat de glijbekistingsmachine is voorbijgekomen.

4.4. Dichten van voegen

Dwars- en langsvoegen worden gewoonlijk met een voegvulling gedicht [29] om latere waterinsijpeling onder de platen te voorkomen. Daartoe wordt warm of koud verwerkte voegspecie gebruikt, of voorgevormde profielen. Om een duurzame afdichting te verkrijgen moet dit werk met de grootste zorg worden verricht.

In de figuur *(zie vorige pagina's)* worden de afmetingen opgegeven voor de sponningen van krimpvoegen of constructievoegen. Bij uitzetvoegen moet de sponning ten minste even breed zijn als de breedte van de samendrukbare voegvulling. Om afsplintering van de voegranden te voorkomen en een uitzetruimte te creëren voor het voegvullingsproduct, worden de zijkanten van de sponning steeds afgeschuind.

5. BIJZONDER GEVAL: DOORGAAND GEWAPEND BETON

5.1. Plaatsen van de wapening

Wapening voor verhardingen van doorgaand gewapend beton wordt meestal op de bouwplaats geleverd in pakken en op het werk samengevlochten [30]:

- dwarsstaven met aangelaste steunen,
- langsstaven.

Net zoals voor de realisatie van verhardingen bestaande uit gewapende betonplaten, kan de wapening echter eveneens worden geleverd in de vorm van panelen die in de fabriek zijn voorgelast.



30

5.1.1. Terplaatse gebonden wapeningsnetten

De langs- en dwarswapening moet volgens bepaalde regels worden vervoerd, gelost en opgeslagen op de bouwplaats:

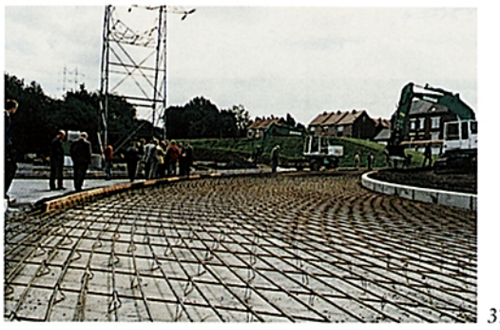
- levering in bundels die precies het aantal staven bevatten dat nodig is om over de volle betonstortbreedte een wapeningsnet te maken;
- lossen van deze bundels met een kraan die van een dwarsbalk is voorzien, zodat ze recht blijven en niet blijvend vervormd worden;
- opslaan van de staven op niet-beslijkte plaatsen.

Wanneer de steunen in de fabriek aan de dwarsstaven zijn gelast, moet ervoor worden gezorgd dat de staven en de steunen niet in elkaar verward raken.

De dwarsstaven worden op de fundering geplaatst, op tussenafstanden die met mallen worden nagemeten. Daarna worden de langsstaven op de dwarsstaven gelegd en met twee binddraden per overlapping aaneengebonden, waarbij de overlappingslengten afwisselend en verspringend moeten zijn volgens een hoek die afhangt van de breedte van de verharding.

De langsstaven worden vastgemaakt aan de dwarsstaven met ten minste één bevestiging per twee knooppunten. Deze bevestiging wordt verkregen met binddraad of door de daartoe bestemde haken van de dwarsstaven om te buigen.

Bij kleine kromtestralen (bocht, rotonde [31],...) dienen de langsstaven zo te worden gebogen, dat ze de bocht zo goed mogelijk volgen.



31

5.1.2. Gelaste panelen

Als gelaste panelen worden gebruikt, zijn de volgende maatregelen aangewezen:

- De panelen worden op het werk geleverd in pakken waarvan de grootte is afgestemd op de verdeling van de losplaatsen.
- Wanneer de panelen met aangelaste steunen worden geleverd, dienen deze steunen te worden beschermd, bijvoorbeeld met houten balken die onder de panelen zijn vastgemaakt.
- Om de pakken op de juiste manier te lossen wordt gebruik gemaakt van een hefwerktuig met voldoende vermogen, uitgerust met een dwarsbalk met heflussen. De pakken worden opgetild en langs de weg neergelegd in de richting waarin ze zullen worden geplaatst, op tussenafstanden gelijk aan de lengte die met één pak wapeningspanelen kan worden aangelegd.
- De binddraden van de pakken worden doorgeknipt. Elk paneel wordt afzonderlijk door de kraan opgetild – alweer met behulp van de dwarsbalk – en op zijn definitieve plaats op de fundering gelegd.
- Bij een doorgaande wapening worden de panelen zodanig verschoven, dat de langs- en dwarsstaven op elkaar aansluiten en de voorgeschreven overlappingslengten worden verkregen.

5.2. Uitvoering van een dagvoeg (stortvoeg)

Deze voeg moet met de grootste zorg worden uitgevoerd. Gebeurt dat niet, dan kan belangrijke schade optreden. In het ergste geval kan het beton bij zeer warm weerter hoogte van de voeg opstuiken. In het bijzonder dient het beton zorgvuldig met een aparte trilnaald te worden verdicht, zowel op het einde van de dag als bij het hernemen van de betonneerwerken. Bij het maken van de voeg kan gebruik worden gemaakt van een metalen profiel dat op de wapening wordt bevestigd [32]. Dit profiel is voorzien van een groef waarlangs verticale platen worden ingeschoven die onderin het beton moeten tegenhouden.



32

6. OPPERVLAKBEHANDELING

De oppervlakbehandeling die na de verwerking en de profilering van het beton wordt toegepast, is bedoeld om aan het betonoppervlak optimale kenmerken te bezorgen, met name inzake stroefheid en rijgeluid, en dit zonder de vlakheid van het wegdek in het gedrang te brengen. Vooral voor wegen met druk en snel verkeer wordt gepoogd het betonoppervlak een zodanige textuur te geven dat zelfs bij hoge snelheden op nat wegdek een grote stroefheid en een beperkt contactgeluid tussen banden en wegdek wordt verkregen [33].



33

In tegenstelling tot wat soms beweerd wordt, kan de oppervlakbehandeling bepaalde gebreken van het oppervlak die aan een onjuiste betonverwerking te wijten zijn, nooit camoufleren. Integendeel zelfs, zij zal ze dikwijls aan het licht brengen. De homogeniteit van het betonoppervlak wordt bepaald door de zorg die aan de verwerking van de betonspecie werd besteed.

Op de volgende punten dient bijzonder te worden gelet:

- vóór de behandeling moet het oppervlak goed vlak zijn;
- de oppervlakbehandeling mag de vlakheid niet verstoren en de afwatering niet belemmeren;
- de samenstelling van het beton aan het oppervlak moet homogeen zijn, vooral wanneer de techniek van het uitwassen wordt toegepast.

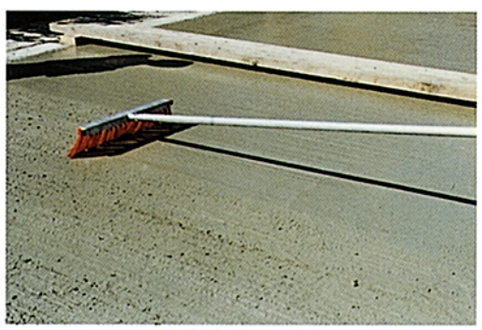
In het verleden zijn verschillende oppervlakbehandelingstechnieken toegepast: bezemen of diepgroeven in dwarsrichting, begrinden en uitwassen. Hieronder worden alleen de volgende behandelingen besproken:

- bezemen in dwarsrichting (of in langsrichting);
- uitwassen;
- figureren.

Uitwassen wordt voornamelijk toegepast op snelwegen en wegen met druk en snel verkeer, evenals bij de inrichting van openbare ruimtes, dit om specifieke granulaten beter tot uiting te doen komen. In de overige gevallen (bijvoorbeeld op minder druk bereden wegen, bedrijfsverhardingen, parkings, fietspaden,...) wordt het oppervlak meestal gebezemd in dwarsrichting

6.1. Bezemen

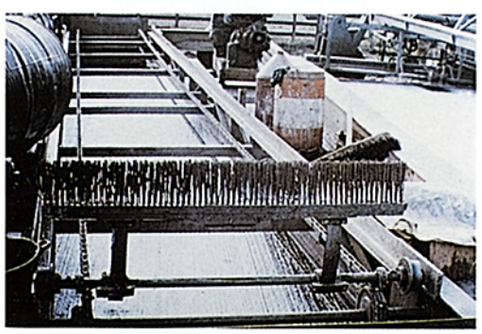
Wanneer bezemen als oppervlakbehandeling wordt toegepast, moeten de bezems het mogelijk maken de gewenste textuur over de volle verhardingsbreedte aan te brengen.
Het oppervlak van het verse beton wordt onmiddellijk na het afprofileren gebezemd met harde borstels waarvan de haren dicht bij elkaar staan.



34

De behandeling kan manueel [34] of mechanisch [35] plaatsvinden. In beide gevallen mag het oppervlak niet te ruw worden aangepakt, zo niet kunnen in het verse beton afdrukken ontstaan of kunnen de randen beschadigd worden.

Bij landbouwwegen of fietspaden bijvoorbeeld wordt soms in langsrichting gebezemd.



35

6.2. Uitwassen

Bij dit procédé wordt onmiddellijk nadat het beton is verwerkt een bindingsvertrager gelijkmatig op het verse beton gespoten [36]. Later wordt het niet-verharde mortellaagje aan het oppervlak verwijderd, waardoor het steenskelet van het beton wordt blootgelegd.

De vertrager moet de binding van dit mortellaagje verhinderen gedurende een tijdspanne die onder meer afhangt van de kwaliteit van het beton en van de weersomstandigheden. De te spuiten hoeveelheid wordt vastgesteld volgens de aanwijzingen van de leverancier en in functie van het beoogde resultaat. Het betonoppervlak moet voor deze behandeling goed gesloten zijn, zodat het product niet in het beton kan dringen.

Doordat aan de bindingsvertrager meestal een pigment wordt toegevoegd, bezit hij een heldere kleur. Hij moet voldoende viskeus zijn om, ongeacht de helling, na verstuiving niet weg te vloeien, maar moet tevens met een geschikt systeem (pomp, sproeibuis) verspuitbaar blijven. Vermeden moet worden dat bij stilstand van de machine plaatselijk te veel product wordt gesproeid; om dit te voorkomen, kan bij elke stilstand van de machine een goot onder



36

de sproeibuis worden gelegd. Kleine oppervlakten kunnen handmatig worden besproeid [37].

Onmiddellijk na de verstuiving wordt het oppervlak beschermd, hetzij door middel van een waterdichte folie [38], die op zijn plaats wordt gehouden tot het mortellaagje verwijderd wordt, hetzij door een aangepast nabehandelingsproduct (*curing compound*) aan te brengen (zie § 7.1).

Ongeveer 20 uren na de betonverwerking wordt het niet-verharde mortellaagje onder toevoeging van water weggeborsteld. Deze minimale wachttijd wordt verlengd wanneer blijkt dat het beton binnenin onvoldoende verhard is om zonder gevaar voor schade met het borstelen te kunnen beginnen.

Er wordt krachtig geborsteld door middel van een rolborstel met metalen haren, die op een zelftrekkend voertuig is gemonteerd [39]. Bij voorkeur worden hydraulisch bediende borstels gebruikt met 0,8 tot 1 mm dikke haren van gevlochten staal. De hoogte en de hoek van de borstel kunnen worden ingesteld. Om te voorkomen dat de wielen van de machine te dicht bij de randen komen, moet de borstel aan weerszijden ten minste 30 cm breder zijn dan de buitenkant van de banden.

Het aantal gangen van de borstel wordt vastgesteld in functie van de gewenste textuurdiepte.

Bij kleine oppervlakten kan het mortellaagje ook worden weggespoten met een hogedruk waterstraal [40]. Dit gebeurt meestal tussen 6 en 24 uur na de betonverwerking.

Om opdroging van de vertrager te vermijden, wordt de waterdichte folie slechts weggenomen naarmate het borstelen vordert. Bij warm weer kan het zelfs nuttig zijn het te behandelen oppervlak vooraf nog eens met water te besproeien.

De nodige maatregelen moeten worden genomen om te voorkomen dat cementmelk in het waterafvoersysteem (goten, rioolkolken, drains, duikers) of op de naastgelegen betonstrook terechtkomt. Gebeurt dit toch, dan moet zij dadelijk grondig worden verwijderd. Er mag niet worden vergeten dat het beton na de verwerking minstens 72 uur tegen uitdroging beschermd moet blijven. Daarom moet het oppervlak, na het uitwassen en vooraleer het droog is, een nieuwe bescherming krijgen, bijvoorbeeld door een nabehandelingsproduct te verstuiven of een waterdichte folie aan te brengen.

6.3. Gefigureerd beton

Deze oppervlakbehandeling waarbij het verse beton [41] bewerkt wordt met een drukpatroon, is bestemd voor bijzondere toepassingen, voornamelijk in bebouwde kommen. Aan het oppervlak wordt een reliëfstructuur gegeven waarmee bijvoorbeeld straatstenen worden nagebootst [42].

Op het verse betonoppervlak wordt een kleurverharder (poedervormig mengsel van kleurstof en bindmiddel) gestrooid a rato van minimum 3 kg/m^2. Het beton wordt vervolgens gladgestreken met een spaan dat door middel van een dubbele scharnier aan een steel is bevestigd. Daarna wordt op het beton een ontkistingspoeder gestrooid (minstens 150 g/ m^2). Dit moet ervoor zorgen dat het beton niet aan de drukpatronen kleeft. Onmiddellijk daarna wordt met speciale patronen het gewenste motief in het beton gedrukt. Met een plastic folie wordt het beton vervolgens gedurende 72 uur tegen uitdroging beschermd. Enkele dagen na de verharding van het beton wordt het oppervlak met water schoongemaakt. Zodra het oppervlak goed droog is, wordt een acrylhars aangebracht.



37



38



39



40



41



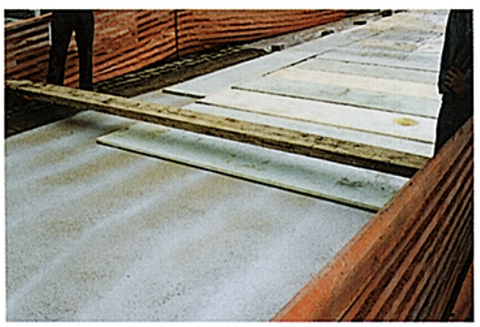
42



43



44



45



46



47

7. BESCHERMING VAN HET BETON

7.1. Bescherming tegen uitdroging

De kwaliteit van verhard beton, en in het bijzonder de duurzaamheid van het oppervlak, hangt rechtstreeks af van de bescherming van het verse beton tegen uitdroging. Als het verse beton water verliest, is dit schadelijk zowel voor de sterkte als voor de krimp (gevaar voor scheurvorming) en de duurzaamheid. Door hun grote vrije oppervlakte, zijn wegverhardingen sterk aan uitdroging blootgesteld. Zo zal bijvoorbeeld bij een omgevingstemperatuur van 20°C, een relatieve luchtvochtigheid van 60 %, een temperatuur van het beton van 25°C en een windsnelheid van 25 km/u, via het oppervlak 1 liter water per uur en per m^2 verdampen. Welnu, de oppervlaktelaag (enkele cm dik) van het beton bevat slechts ongeveer 4 liter water per m^2.

Om wegbeton tegen uitdroging te beschermen wordt meestal een nabehandelingproduct aangewend [43]. Dit product wordt onmiddellijk achter de verwerkingsmachine, nadat het betonoppervlak is gebezemd, op het bovenvlak en op de verticale vlakken verstoven.

Bij uitwassen dient de bindingsvertrager tevens de eigenschap te bezitten het beton tegen uitdroging te beschermen, zoniet moet het beton onmiddellijk na het aanbrengen van de bindingsvertrager met een plastic folie worden afgedekt. Zoals reeds eerder vermeld, wordt het beton, na verwijdering van het bovenste laagje cementmortel, een tweede keer tegen uitdroging beschermd door het verstuiven van een nabehandelingsproduct of door het oppervlak af te dekken met een plasticfolie. Laatstgenoemde methode wordt vooral toegepast in bebouwde kommen op uitgewassen gekleurd beton.

Het nabehandelingsproduct dient te worden aangebracht a rato van tenminste 200 g/m^2 en de doeltreffendheidscoëfficiënt ervan moet hoger zijn dan 80%. Nabehandelingsproducten zijn wit van kleur of bezitten een metaalglans om de zonnestralen beter te weerkaatsen en zo de opwarming van het beton te beperken.

7.2. Bescherming tegen regen

Bij regen wordt het betonneren stopgezet. Bovendien worden de nodige maatregelen getroffen om te voorkomen dat het betonoppervlak door regen wordt uitgespoeld. Dit geldt zowel voor het pas gespreide maar nog niet verdichte beton als voor het afgestreken beton. Voor deze bescherming kunnen plasticfolies [44] of mobiele dakconstructies worden gebruikt.

7.3. Bescherming tegen vorst

Wanneer beton bij koud weer wordt verwerkt (zie eveneens § 8.4.1) moet het oppervlak van de verharding op een doeltreffende manier tegen vorst worden beschermd, en wel zodanig dat de temperatuur aan het oppervlak tot 72 u na de verwerking van het beton niet onder + 1°C daalt. Voor deze bescherming kan gebruik worden gemaakt van bijvoorbeeld niet-geweven geotextiel of platen van polystyreenschuim voorzien van ballast [45].

7.4. Bescherming tegen mechanische invloeden (bebakening)

Alle nodige maatregelen moeten worden getroffen om het verse beton te vrijwaren van beschadiging door allerlei mechanische invloeden (wagens, fietsen, voetgangers, dieren,…) [46]. In stedelijke gebieden dringen deze maatregelen zich nog meer op [47].

8. BIJZONDERE MAATREGELEN

8.1 Verwerkbaarheidstermijn

Er wordt altijd voor gezorgd dat de betonspecie zo spoedig mogelijk verwerkt wordt – zeker binnen de 2 uur na de fabricage en met inbegrip van de oppervlakbehandeling en de beschermingsmaatregelen. Bij warm, droog weer dient met een nog kortere verwerkbaarheidsduur te worden gerekend (hoogstens 90 minuten). Tenzij bijzondere voorzorgen worden genomen, die de goedkeuring hebben van de verantwoordelijke voor het werk, is betonverwerking alleen toegestaan wanneer de luchttemperatuur 1,5 m boven de grond onder thermometerhut, niet hoger is dan 25°C (zie eveneens § 8.4.2).

Bovendien moeten alle nodige maatregelen worden genomen om het watergehalte van het beton tussen bereiding en volledige verwerking zo constant mogelijk te houden.

7.2. Werkonderbrekingen

Bij een onderbreking in de betonaanvoer dient de bestuurder van de betonneermachine onmiddellijk de nodige maatregelen te nemen om het verwerkingstempo te verlagen en ervoor te zorgen dat de machine zo weinig mogelijk halt houdt.

Bij een korte onderbreking dient de machine tot stilstand te worden gebracht vóór de voorraadspecie in de trilkamer zodanig is gezakt dat de trilnaalden zichtbaar worden. Wanneer de aanvoer langer dan 60 minuten (45 min. bij warm weer) achterwege blijft, moet een constructievoeg worden gemaakt.

Bij een langdurig defect van het verwerkingsmaterieel moet de aanvoer van vers beton onmiddellijk worden stopgezet, en moet worden gepoogd de aan gang zijnde verwerkingsfase te voltooien. Wanneer de omstandigheden en de verwerkbaarheidsduur geen goede uitvoering meer mogelijk maken, moet het gestorte maar onafgewerkte beton worden verwijderd.

Om een continu profiel te verkrijgen wordt bijzondere zorg besteed aan de uitvoering van de constructievoegen, zowel op het einde van de dag als bij elke werkhervatting. Om aan weerszijden van deze voegen een goed verdicht beton te verkrijgen, wordt het beton bij voorkeur met behulp van een afzonderlijke trilnaald verdicht vóór de betonneermachine voorbijkomt.

8.3. Betonverwerking op een helling

Bij betonverwerking op een helling van minder dan 4 % is het meestal aangewezen bergopwaarts te werken, om trekscheuren aan het oppervlak te voorkomen [48]. Ook dienen de consistentie van het beton en de voortgangssnelheid van de machine te worden aangepast aan de werkomstandigheden.

Wanneer de langshelling echter meer dan 4 % bedraagt, kunnen onvlakheden ontstaan doordat betonspecie na het passeren van de machines terugvloeit. In dat geval moet dus naar een geschikte mengselsamenstelling worden gezocht en is het aangewezen bergafwaarts te werken. Er moet worden op toegezien dat de machine steeds een voldoende hoeveelheid betonspecie voor zich uit heeft om afglijding van specie te voorkomen. Meermaals werden verhardingen op hellingen van 10 tot 12% met succes aangebracht [49]; een enkele keer bedroeg de helling zelfs 18%.



48



49

8.4 Bijzondere weersomstandigheden

8.4.1. Betonneren bij koud weer

Kenmerkend voor betonverwerking bij koud weer is, dat de bindings- en verhardingstijd van het beton door de vertraagde hydratatie van het cement langer wordt.
Betonverwerking is slechts toegestaan wanneer de luchttemperatuur, gemeten om 8 u 's morgens op 1,5 m boven de grond onder thermometerhut, minstens + 1°C bedraagt, en de temperatuur 's nachts niet onder – 3°C is gezakt.

Wanneer de omstandigheden het rechtvaardigen of vereisen, mag de betonverwerking bij lage temperaturen worden voortgezet - zo nodig met bijkomende voorzorgen om vorstschade te voorkomen, bijvoorbeeld:

- toevoeging aan de betonspecie van een bindingsversneller zoals opgelost calciumchloride (behalve bij gewapend beton), in een verhouding van ten hoogste 2 massa-% van het cement;
- verbeterde bescherming van het wegdek gedurende de eerste dagen, door aanbrenging van isolerende materialen op het oppervlak.

8.4.2. Betonverwerking bij warm en/of droog weer

Warm en/of droog weer kan twee nadelige gevolgen hebben:

- snellere uitdroging van het beton, hetgeen gepaard gaat met krimpvervormingen (scheurvorming door plastische krimp);
- thermische vervormingen ten gevolge van de opwarming van de betonmassa.

Bij luchttemperaturen boven 25°C, of bij een luchtvochtigheid onder 50 %, moeten bijzondere voorzorgen worden genomen om het verse beton te beschermen tegen uitdroging en tegen opwarming door de zon:

- het verse beton extra nabehandeling geven;
- het beton bevochtigen zodra het voldoende is opgesteven.

Met datzelfde doel kunnen nog andere maatregelen worden overwogen, bijvoorbeeld:

- besproeiing van de fundering net voor de betonspecie wordt gestort;
- toevoeging van een bindingsvertrager aan de betonspecie;
- verschuiving van de werkuren.



50

9. OPENSTELLING VOOR HET VERKEER

Verkeer wordt op een verharding meestal pas toegestaan 7 dagen na de verwerking van het beton en nadat in aanwezigheid der partijen eventuele scheuren zijn vastgesteld. Een verharding die minder dan 7 dagen oud is, mag aan het verkeer worden vrijgegeven als de aannemer het bewijs levert dat het beton de minimum druksterkte heeft bereikt die door het bestek wordt voorgeschreven.

Er bestaan tegenwoordig betonsamenstellingen die een zeer snelle ingebruikneming van de verharding mogelijk maken, namelijk tussen 24 en 48 u na de verwerking. Zij worden bijvoorbeeld toegepast bij de herstelling van verhardingen, wanneer men de hinder voor de gebruikers zoveel mogelijk wil beperken [50].

FEBELCEM

dit bulletin is een publicatie van:
FEBELCEM - Federatie van de Belgische Cementnijverheid
Voltastraat 8 - 1050 Brussel
tel. (02) 645 52 11
fax (02) 640 06 70
http://www.febelcem.be
e-mail: info@febelcem.be

auteurs:
Ir. F. Fuchs
(OCW - Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw)
Ir. A. Jasienski

verantw. uitgever:
J.P. Jacobs

wettelijk depot:
D/2001/0280/14

BIBLIOGRAFIE

SION P.
Wegen van cementbeton
Brussel : FIC (FEBELCEM), 1988

Cahier des charges CCT RW 99
Ministère de la Région wallonne – MET

Standaardbestek 250
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap – LIN

Handleiding voor het uitvoeren van cementbetonverhardingen
Aanbevelingen OCW
Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw – A 55/85

Het heeft geen zin over kwaliteit te spreken als niet alle medewerkers, elk op hun niveau, een bijzondere inspanning leveren om de zaken te begrijpen, hun kennis bij te schaven en dienovereenkomstig te handelen.
Het welslagen van een realisatie vereist:
- *een grondige studie van het project en een uiterst volledig bestek;*
- *een prijsopgave die rekening houdt met alle moeilijkheden die zich tijdens het werk zullen voordoen;*
- *een verzorgde uitvoering door bekwaam personeel dat de regels van de kunst eerbiedigt;*
- *een juiste en nauwkeurige controle, voor, tijdens en na de uitvoering van het werk.*



Foto's:
P. Van Audenhove / A. Jasienski / diatheek FEBELCEM
DAYLIGHT bvba (7)
M. Gronemberger (IIb, 19, 43)
A. Nullens (omslag fond, 10, 11, 14, 30, 38, 39, p. 20)

BETON ADEMT