

Model-werkplan Schoonbeton - ter plaatse gestort -

Versie 2.0 maart 2019

Behorende bij CUR-Aanbeveling 100
**'Schoonbeton –
specificatie, uitvoering en beoordeling van betonoppervlakken
waaraan esthetische eisen worden gesteld'**
SBRCURnet/CROW, Rotterdam 2013

Uitgave:

Betonhuis|Cement
Telefoon: 0348 - 484 459
Mail: cement@betonhuis.nl
betonhuis.nl/cement

Introductie

Dit model-werkplan is een leidraad voor het maken van een projectgebonden werkplan voor de uitvoering van schoonbeton. Het werkplan is een onderdeel van het kwaliteitsplan voor een project zoals dit is omschreven in de normen NEN-EN13670 'Vervaardigen van betonconstructies' en NEN 8670 'Aanvullende voorschriften vervaardiging'.

Dit model is geschreven voor ter plaatse gestort schoonbeton. Kern van het document is de werkschrijving. Dat is in feite de omschrijving van het vakmanschap van de uitvoering. De voorgestelde werkwijze en de procesbeheersing worden gedetailleerd weergegeven. In hoofdstuk 4 'Procesbeheersing en werkschrijvingen' zijn hiervoor voorbeeldteksten gegeven. Voor ieder project zullen deze omschrijvingen verschillen. De projectdeelnemers maken hierin hun eigen keuze.

Dit model-werkplan is afgestemd op in het werk gestort schoonbeton in de oppervlakteklasse B1 'glad, grijs, zonder nabewerking'. Voor al het andere dan 'glad, grijs, zonder nabewerking' geldt oppervlakteklasse B9. Bij de opzet van een werkplan voor schoonbetonwerk dat valt in oppervlakteklasse B9 moet vooral ook gebruik worden gemaakt van referenties zoals projecten, publicaties en van proefstorten.

Het werkplan moet gebaseerd zijn op een belangrijk principe van CUR-Aanbeveling 100, te weten: de aannemer/bouwer maakt de keuze voor het toe te passen bekistingssysteem en het betonmengsel, inclusief de consistentie, waarmee hij aan de prestatie-eisen van de oppervlakteklasse kan voldoen. Het uitgangspunt voor de prestatie-eisen is de voor het project geschreven 'projectspecificatie schoonbeton' (eventueel verwerkt in het bestek).

CUR-Aanbeveling 100 (hoofdstuk 3, artikel 3.1) geeft aan dat de communicatie in de ontwerpfase (opstellen projectspecificaties) en de uitvoeringsfase (opstellen werkplan) wordt gestuurd door de 'coördinator schoonbeton'. Deze belangrijke rol kan in de ontwerpfase worden ingevuld door een projectleider van de architect en in de uitvoeringsfase door een werkvoorbereider van het bouwbedrijf. Het is ook mogelijk een (externe) coördinator aan te stellen die deze rol in zowel de ontwerp- als uitvoeringsfase vervult. Deze kan dan ook betrokken zijn bij de toetsing van de bereikte resultaten in het werk.

Nogmaals, dit model-werkplan is geschreven voor ter plaatse gestort schoonbeton. Bij geprefabriceerd schoonbeton (b.v. oppervlakteklasse B2) gelden andere uitgangspunten. De in dit model omschreven aandachtspunten voor bekisting, wapening en mortelverwerking gelden echter wel in grote lijnen ook voor prefab beton. In een werkplan voor geprefabriceerd schoonbeton moet bijzondere aandacht uitgaan naar de montagewijze. Het werkplan kan dan ook worden afgestemd op de KIWA-publicaties Criteria 73/07 (2017) en BRL 2813 'Bouwelementen van beton'.

Voorbeeldteksten en aandachtspunten

Met behulp van de tekst van dit model-werkplan kunnen de projectdeelnemers een werkplan samenstellen. Vanaf hoofdstuk 1 kunnen de teksten integraal opgenomen worden in het werkplan. Deze teksten dienen aangepast en/of aangevuld te worden naar de situatie van het project. Onder de kopjes 'voorbeeldtekst' wordt steeds een suggestie gedaan aan welke onderdelen men zoal moet denken. In de kaders wordt een nadere toelichting of aandachtspunt beschreven bij het opstellen van het werkplan.

Colofon

Auteur: Henk Oude Kempers, expertise schoonbeton, Alphen aan den Rijn

Redactie: Cindy Vissering, Betonehuis|Cement en Jan Heuveling Betonehuis|Betonmortel Woerden

Disclaimer

Hoewel bij de samenstelling van dit model-werkplan de grootste zorgvuldigheid is betracht, kunnen toch fouten en onvolkomenheden in deze uitgave voorkomen. Elk gebruik van deze uitgave is daarom geheel voor eigen risico van de gebruiker. Betonehuis sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens.

Inhoudsopgave

Introductie	2
Voorbeeldteksten en aandachtspunten.....	2
Colofon.....	2
Disclaimer.....	2
Doel van het werkplan	4
1. Titelblad	5
2. Uit te voeren onderdelen en specificaties	6
2.1 Globale omschrijving van de uit te voeren onderdelen	6
2.2 Specificaties	6
3. Organisatie en communicatie	7
3.1 Contactpersonen	7
3.2 Samenspel opdrachtgever / hoofdaannemer.....	7
3.3 Overleg voorbereiding en kick-off uitvoering schoonbeton.....	8
4. Procesbeheersing en werkomschrijvingen	9
4.1 Voorbereiden van de uitvoering.....	9
4.2 Werkomschrijving / uitvoering	11
4.3 Proefstorten schoonbeton	13
4.4 Het stortplan (dagplan of weekplan).....	13
4.5 Ontkisten	14
5. Keuringsplan.....	15
5.1 Algemeen.....	15
5.2 Aanwijzing keuring bekisting	15
5.3 Aanwijzing keuring wapening.....	15
5.4 Aanwijzing keuring storten en verwerken van betonmortel	16
5.5 Aanwijzing keuring nabehandeling en nazorg beton	16
5.6 Keuring volgens CUR-Aanbeveling 100 (hoofdstuk 7 en tabel 3)	16
5.7 Keuring van luchtbellen	17
5.8 Kwaliteitsdossier.....	17
6. Reparatie, herstel en afwerking	18
6.1. Algemeen.....	18
6.3 Nabewerking: curing compound, sealers of nanocoating (hydrofobering).....	18
Literatuur	19

Bijlagen bij dit werkplan

Model-keuringsformulieren (tabel 3, CUR-Aanbeveling 100):

- keuringsformulier klasse B1
- keuringsformulier klasse B2
- keuringsformulier klasse B9

Doel van het werkplan

Het doel van dit werkplan is te bevorderen dat de overeengekomen esthetische kwaliteit schoonbeton wordt gerealiseerd in een helder bouwproces met efficiënte werkmethoden en minimale kans op fouten.

Werkplannen worden (door de werkvoorbereider) gemaakt om, voorafgaand aan de uitvoering van een werk, overeenstemming te bereiken met alle betrokkenen over de wijze van en de controle op de uitvoering.

Tevens wordt dit werkplan gebruikt om:

- de opdrachtgever / toetsers te informeren over de gekozen uitvoeringsmethode;
- de voorgeschreven vraagspecificaties / projectspecificaties te toetsen;
- goedkeuring te verkrijgen van de opdrachtgever / toetsers / coördinator schoonbeton;
- werkafspraken tussen de uitvoerende partijen vast te leggen;
- het keuringsplan te onderbouwen.

Met dit werkplan wordt voldaan aan artikel 3.6 van CUR-Aanbeveling 100.

1. Titelblad

Project: ...

Besteknummer: ...

Nummer werkplan: ...

Opdrachtgever: ...

Bouwdirectie: ...

Hoofdaannemer: ...

Ontwerper / architect: ...

Ontwerper / constructeur: ...

Onderaannemer betonwerk: ...

Coördinator schoonbeton (ontwerp): ...

Coördinator schoonbeton (uitvoering): ...

Opsteller / werkvoorbereider: ...

Datum 1e concept: ...

Datum definitief: ...

Planning goedkeuring werkplan (paraaf):

- opdrachtgever / coördinator schoonbeton: ...
- architect: ...
- constructeur: ...

Distributielijst: ...

Bijlagen

Toelichting

De bijlagen (met de belangrijkste bekistingstekeningen en de onderdelen van de betonmortelsamenstelling) completeren dit werkplan.

Voorbeeldtekst

Bijlagen bij het werkplan:

- *tekeningen bekisting (plaatnaad- en centerpenverdeling)*
- *details randen en stortnaden*
- *verdeling (stortvakken) en positie stortnaden (op advies van constructeur)*
- *documentatie bekistingssysteem*
- *stempelplan*
- *betonsamenstelling*
- *wapening*
- *afstandhouders betondekking*
- *keuringsformulieren (CUR-Aanbeveling 100, tabel 3)*

2. Uit te voeren onderdelen en specificaties

2.1 Globale omschrijving van de uit te voeren onderdelen

De volgende onderdelen moeten volgens de projectspecificatie / het bestek worden uitgevoerd in schoonbeton: ...

Voorbeeldtekst

Uit te voeren onderdelen:

- *wanden begane grond (bestek art...)*
- *vloeren / plafonds verdiepingen (bestek art...)*
- *vloerranden en vides verdiepingen*
- *kolommen*
- *betongevels*
- *pijlers viaduct*
- *wanden tunnel*
- *betonranden viaduct*

De start van het schoonbetonwerk is gepland op ...

De voltooiing is gepland op ...

2.2 Specificaties

Uitgangspunten:

- De projectspecificaties en het werkplan moeten zijn afgestemd op CUR-Aanbeveling 100.
- De projectspecificaties moeten worden getoetst aan de 'Controlelijst', bijlage F van CUR-Aanbeveling 100.

Verwijzingen:

- bestek opdrachtgever / architect nr. d.d ...
- tekeningen architect nrs. ...
- proefstort mock-up ...

Dit werkplan heeft een relatie met de volgende (werk)plannen:

- PKP Projectkwaliteitsplan
- V&G plan
- overall planning
- maatvoeringsplan

3. Organisatie en communicatie

Toelichting

Bij de contactpersonen ook de mobiele telefoonnummers en emailadressen opgeven.
Zie voor actoren ook het schema schoonbetonteam in CUR-Aanbeveling 100, figuur 2.

3.1 Contactpersonen

Opdrachtgever / ontwerpers:

- opdrachtgever: ...
- bouwdirectie / toetsers: ...
- ontwerpend architect: ...
- ontwerpend constructeur: ...
- coördinator schoonbeton ontwerpfase: ...

Hoofdaannemer:

- projectleider uitvoering: ...
- hoofduitvoerder: ...
- coördinator schoonbeton uitvoeringsfase: ...

Onderaannemer betonwerk:

- projectleider / uitvoerder: ...
- stortbaas / voorman stortploeg: ...

Onderaannemers en leveranciers:

Onderaannemer / leverancier bekisting:

- contactpersoon: ...
- uitvoerder: ...

Onderaannemer wapening, buig- en vlechtwerk:

- uitvoerder: ...
- voorman betonstaalverwerker: ...

Onderaannemer / leverancier betonmortel / betoncentrale / betonpomp:

- contactpersoon: ...
- betontechnoloog: ...
- coördinator transport: ...

Overige onderaannemers en leveranciers:

- installateur / instortvoorzieningen: ...

Overige contactpersonen:

- functionaris bouw- en woningtoezicht: ...
- inspecteur binnendienst: ...
- inspecteur buitendienst: ...

3.2 Samenspel opdrachtgever / hoofdaannemer

De hoofdaannemer overlegt met de opdrachtgever over de inhoud van het werkplan en het keuringsplan.
Keuringsmomenten zijn:

- datum toetsing werkplan: ...
- data stop- en de bijwoonpunten: ...
- data eindkeuringen: ...

Toelichting

De belangrijkste afspraken worden vastgelegd in de bouwvergadering en het kwaliteitsoverleg.

3.3 Overleg voorbereiding en kick-off uitvoering schoonbeton

Ter voorbereiding van de uitvoering is een kick-off overleg gepland op ...

Toelichting

De communicatie tussen de bouwpartners moet worden afgestemd op de volgende momenten:

- toetsen projectspecificaties / bestek (artikel 3.4 / tabel 1 en bijlage F van CUR-Aanbeveling 100);
- opstellen en goedkeuren werkplan;
- voorbereiden en uitvoeren proefstorten (mock-ups);
- kick-off meeting bouwplaats;
- keuring van de resultaten.

Het overleg wordt gestuurd door de coördinator schoonbeton.

Vóór de start van de uit te voeren onderdelen in schoonbeton wordt een kick-off meeting belegd met alle betrokken partijen:

- betonuitvoerder;
- betontechnoloog (soms transportleider) betoncentrale;
- stortbaas / stortploeg;
- toezichthouder of adviseur;
- coördinator schoonbeton (ontwerp- / uitvoeringsfase).

Bij de kick-off wordt het concept-werkplan (en het stortplan) besproken. Indien mogelijk wordt er op de bouwplaats ook een kick-off meeting georganiseerd voor de gehele stortploeg en het toezicht.

Bij de voorbereiding van de uitvoering op de bouwplaats is er zo vaak als nodig overleg (incl. verslaglegging) met de toeleveranciers van betonmortel, bekisting, bekistingsolie, wapening enz.

Het belangrijkste overleg betreft de resultaten na ontkisten. Een eerste keuring van het oppervlak vindt plaats aan de hand van tabel 3 van CUR-Aanbeveling 100. Per item (1 t/m 22) kan dan worden aangegeven of er wel of niet aan de eisen is (of zal worden) voldaan. Een belangrijke eerste keuring vindt plaats bij de proefstort of mock-up. In de afbouwfase en bij de oplevering vindt de eindkeuring plaats (zie hoofdstuk 5).

De resultaten in het werk (stop- en bijwoonpunten, keuringen, afwijkingen) kunnen worden besproken in een periodiek te beleggen 'kwaliteitsoverleg schoonbeton' Dit kan een onderdeel zijn van de reguliere werkbespreking of bouwvergadering.

4. Procesbeheersing en werkschrijvingen

Toelichting procedures tekenwerk

In de bouwvergadering worden afspraken gemaakt over de procedures van het tekenwerk (vorm-, wapenings- en sparingstekeningen).

De werktekeningen (vorm en wapening) worden door de hoofdconstructeur uitgewerkt. De sparingstekeningen worden door de hoofdaannemer / installatieadviseur uitgewerkt.

De bekistingstekeningen worden door de hoofdaannemer / bekistingsleverancier uitgewerkt.

Toelichting procesbeheersing

Dit hoofdstuk beschrijft de belangrijkste processen en de gekozen werkwijze. Hiermee ligt het vakmanschap vast. Dit betreft vooral de uitvoering van de bekisting, het aanbrengen van de wapening, de levering van de betonmortel alsmede het storten en het verwerken ervan voor de bouwonderdelen die in schoonbeton worden uitgevoerd. De werkschrijvingen zijn opgezet in de vorm van aandachtspunten en/of risicopunten. Aan de hand daarvan kan het werkplan per project verder worden uitgewerkt.

Van belang is de activiteiten te benoemen en daarbij de volgende punten aan te geven:

- wie
- wat
- wanneer
- hoe

Bij elke afgeronde activiteit behoort een keuringsplan of keuringsformulier, bijvoorbeeld keuringsplan bekisting en keuringsplan wapening. Zie hiervoor hoofdstuk 5.

4.1 Voorbereiden van de uitvoering

Planning en werkvolgorde

De start van de uitvoering van het schoonbetonwerk is gepland op ...

Het einde is gepland op ...

Zie verder de gedetailleerde tijdsplanning.

Risicoanalyse

(zie ook detailpunten in de werkschrijvingen in hoofdstuk 4.2)

Vanuit de ontwerpuitgangspunten (bestek en tekeningen) zijn de volgende kritische punten en risico's te analyseren: ...

Voorbeeldtekst

Risicoanalyse ontwerp:

- *plaatnaadverdeling vloer/plafondbekisting*
- *hergebruik van beplating (inzet bekisting)*
- *plaats en detail stortnaden (stortvakken, aftekening stortnaad)*
- *aftekening dekkingsblokjes / ringen*
- *betonranden, scherpe kanten (hoekdetails)*
- *beton in donkere kleuren, bijv. CUR-grijsschaal VII (kalkstrepen, witte uitslag)*
- *afwijkingen bij plaatnaden*
- *centerpenpatroon (bijv. 1 per m²)*
- *de grijstint of kleur, CUR-grijsschaal (toelaatbare afwijkingen)*

Vanuit de uitvoering (beschreven in dit werkplan) zijn de volgende kritische punten en risico's te analyseren: ...

Voorbeeldtekst

Risicoanalyse **uitvoering**:

- afstemming van de grijstint aan de hand van de CUR-grijsschaal (proeftegels)
- keuze van het betonmengsel (maximale grootte grindkorrel 16 mm; proefstort afwachten)
- cementsoort
- plaats en details van de stortnaden
- minimaal gehalte fijn materiaal (< 0,250 mm) in betonmortel
- werken met betonpomp of kubel
- stort- / trilruimte tussen de wapeningsstaven en -netten
- mechanisch verdichten of zelfverdichtende betonspecie
- het beschermen van ontkiste constructies tijdens de bouwfase
- beheersing scheurvorming in vloeren (nabehandeling, onderstempeling)
- ontkistingstijdstip (gelijk houden in verband met beperken kleurverschillen)

Maatbeheersing

Voor de maatbeheersing wordt verwezen naar de bestekseisen en naar het werkplan Maatbeheersing. Zie ook NEN 2881 'Maattoleranties voor de bouw - Begripsomschrijvingen en algemene regels' en NEN 2886 'Maximaal toelaatbare maatafwijkingen voor gebouwen - Steenachtige draagconstructies'.

Procedures en werkinstructies

De volgende (interne) bedrijfsprocedures en werkinstructies zijn van toepassing: ...

Productnormen

De belangrijkste productnormen voor de uitvoering van (schoon)betonconstructies waaraan moet worden voldaan zijn:

- NEN-EN 13670 'Vervaardigen van betonconstructies' (2009)
- NEN 8670 'Aanvullende voorschriften vervaardiging' (ontwerpnorm 2018)*
- CUR-Aanbeveling 100 'Schoonbeton – specificatie, uitvoering en beoordeling van betonoppervlakken waaraan esthetische eisen worden gesteld' (2013).
- NEN-EN 206+A1 (2014) en NEN 8005 (2016) 'Beton'
- NEN 3502 'Levering van beton door betonmortelbedrijven'
- NNI-bundel 13 'Normen betontechnologie'
- NNI-bundel 14 'Maatvoering in de bouw'

***) Toelichting oppervlakteklassen**

De norm NEN 8670 'Aanvullende voorschriften vervaardiging' is de vervanger van de norm NEN 6722 'Voorschriften beton – Uitvoering' (VBU 2002). De tolerantie voor betonoppervlakken is aangegeven in artikel 9.8.2. Klasse A (standaard zichtbeton), klasse B (beton met esthetische eisen, bijvoorbeeld CUR-Aanbeveling 100), klasse C (geen oppervlakte-eisen). Voor standaard zichtbeton van klasse A gelden de eisen van tabel 10 van NEN 8670 'Aanvullende voorschriften vervaardiging'.

Documentatie en certificaten

Toelichting

Als bijlagen worden bij het werkplan opgenomen:

- productinformatiebladen van leveranciers (bekisting en betonmortel)
- relevante certificaten

4.2 Werkomschrijving / uitvoering

Toelichting

In de onderstaande werkomschrijvingen zijn voorbeeldteksten opgenomen met gedetailleerde aandachtspunten voor de uitvoering van schoonbeton. De werkvoorbereider van het bouwbedrijf maakt bij het opstellen van het werkplan een keuze in relatie tot de projectspecificaties van het bestek.

Voorbeeldtekst

Werkwijze en aandachtspunten voor **bekisting vloeren** (zichtwerk plafonds):

- maatvoeringsplan (normen en eisen) (zie plan)
- soort contactbeplating (multiplex, coating)
- oppervlakte-beoordelingsklasse (B1 van CUR-Aanbeveling 100)
- tekening bekistingsconstructie (systeemkist)
- tekening plaatnaden (plaatafmetingen 0,5 x 2,5 m², zie ...)
- detail plaatnaden, hoeknaden sluitnaden
- afwerken zaagranden en afkitten plaatnaden
- detailtekening stortnaden verticaal en horizontaal
- soort/kwaliteit achterhout/baddingen (systeemkist)
- informatie over aantal storten, stortvelden (routing, zie ...)
- spijker en schroefpatronen (niet zichtbaar)
- fabrikaat / type systeembekisting
- fabrikaat / type contactbeplating
- methode afdekken / beschermen stortvlak
- kitwerk naden en afdichtingsbandjes (zie proefstort)
- berekening stabiliteit, onderstempeling, schoren (systeem)
- berekening bekistingsdruk, doorbuiging/zeeg (constructeur)
- fabrikaat en type ontkistingsmiddel (emulsie van plantaardige olie)
- instortvoorzieningen en verankeringen (zie tekeningen E-dozen en installaties)
- schoonspoelen bekisting (spoelluiken, roestende wapening, zaagsel, vervuiling)
- reparatie/schoonmaken bekisting per stort

Voorbeeldtekst

Werkwijze en aandachtspunten voor **bekisting wanden**:

- plaatnaad- en centerpenpatroon (bekistingstekening en tekening architect)
- keuze merk en type beplating (CUR-Aanbeveling 100, bijlage D)
- bepalen basiskist en sluitkist (belangrijkste zichtzijde is basiskist)
- keuze dikte beplating (18, 21 of 27 mm)
- fasering (stortvakken) en routing
- stabiliteit / schoren
- ontkistingsmiddel
- stortsnelheid en bekistingsdruk (berekening)
- details hoeken en randen (scherp of hoekprofiel)
- details stortnaden (horizontaal en verticaal)
- detail centerpen / sponsafdichting in beplating (tegen lekkages)
- spijkerpatroon zichtbaar in patroon of verdekt nagelen
- instortvoorzieningen (E-dozen) en leidingen
- schoonspoelen / stortluiken
- afdichtingswijze naden en schotten (kitten, schuimbanden)
- bekisting nat maken om wateronttrekking uit mortel te voorkomen
- bij beplating; zaagkanten schuren en lakken
- bij plankenkist; planken planparallel zagen, schuren en lakken

Voorbeeldtekst:

Aandachtspunten voor **uitvoeren wapening** (vlechten)

- levering (ingangscontrole op het werk) en verwerking
- wapeningstekening en buigstaat
- controle maaswijdte (in verband met lopen, storten en verdichten)
- openingen voor storten en trillen in wapening bovenin wanden/balken (evt. staven later vlechten)
- certificaten wapening
- wel of geen dekkingsblokjes (alternatieve afstandhouder)
- fabrikaat / type betondekkingsblokjes (type 35 mm)
- 8 blokjes per m² (zoveel dat geen indrukking kan ontstaan)
- cementeren van de wapening in de bouwfase (tegen roeststrepen)
- uitbuigen van stekkenbakken
- voorkomen van roestsporen op kist
- toepassen verzinkt binddraad (verwijderen restdraden of rvs-draad toepassen)
- toepassen scheurleiders zoals krimpkokers (verticaal in wapeningsnet wanden)

Voorbeeldtekst

Aandachtspunten voor **levering betonspecie** (betoncentrale):

- certificaat betoncentrale (zie bijlage)
- mortelsamenstelling / zeefanalyses / mengseloverzichten (bijlage bij werkplan)
- keuze verwerkbaarheid betonspecie (zelfverdichtend of met matige verdichtingsenergie)
- route transport / bereikbaarheid / losplaats
- sterkteklasse C, oppervlaktebeoordelingsklasse B1, nominale korrelgrootte (D_{nom} 16 mm)
- type cement (hoogovencement CEM III, zie proefstort)
- gehalte fijn materiaal < 0,250 mm (o.a. steenmeel, totaal minimaal 160 l/m³)
- consistentie / vloeibaarheid betonmortel / type plastificeerder (F5)
- controle toeslagstoffen op roest / oerdeeltjes (CUR-Aanbeveling 100 bijlage H)
- controle resultaten aan de overeengekomen grijstint volgens CUR-grijsschaal (vergelijk met proeftegel)
- afstand werk / centrale vrachten (m³ in mixer) niet te groot, wachttijden te beperken tot ...

Voorbeeldtekst:

Aandachtspunten voor **betonstorten en verwerken** (onderaannemer)

- stortvolgorde / tijdschema (zie weekplanning)
- onderdelen storten in fasen (zie plan)
- betonpomp of kubel (mortel verwerken binnen 2 uur na aanmaak)
- extra mengtijd mixer na aankomst bouwplaats
- opstelplaats betonpomp
- verdichtingsapparatuur / type / omvormers / frequentie
- reserve trilnaalden
- specifieke aandacht zelfverdichtend beton
- stortploeg / voorman / afwerkers
- schafttijden (ook van de betoncentrale)
- omvang per stort (m³)
- stortsnelheid / stortlagen (wanden / kolommen)
- valhoogte maximaal 1 m, stortlaaghoogte maximaal 0,5 m
- transporttijd en verwerkingstijd
- afwerking stortzijde; trilbalk
- afspraken / bescherming bij regenval
- verlichtingsplan (wintertijd)
- betoncontrole op het werk (transportbon en zetmaat)
- temperatuurmeting / rijpheidscontrole
- wintermaatregelen / doorwerken (zoals combinatie CEM III met CEM I, let op kleureffecten)

Voorbeeldtekst

Aandachtspunten voor **nabehandeling en nazorg** beton (onderaannemer):

- *natrillen kolommen en hoge wanden (scheurkans nazakken plastische fase)*
- *schoonspoelen mortelresten*
- *afwerking stortoppervlak (vloeren, trilspaan, zie CUR-Aanbeveling 100 bijlage G)*
- *vloeren nathouden (7 dagen, afhankelijk van weer)*
- *temperatuurbeheersingsmaatregelen (gewogen rijpheid)*
- *bescherming (houten frames) scherpe kanten wanden en kolommen*
- *winter- / zomermaatregelen*
- *vereiste ontkistingssterkte (vloeren en balken, controleberekening)*
- *tijdstip en wijze van ontkisten (bijvoorbeeld wanden ná 48 uur en vóór 72 uur)*
- *onderhoud en reparatie van bekisting*
- *nabehandelingmethode / klasse (beheersen scheurvorming, bijlage F NEN-EN 13670 'Vervaardigen van betonconstructies')*
- *duur van de nabehandeling overeenkomstig de nabehandelingklasse (NEN-EN 13670 'Vervaardigen van betonconstructies' artikel 8.5)*
- *opruwen van stortnaden (storthervattingen)*
- *voorkomen van roestvlekken (met name bij stekwapening)*
- *bescherming tijdens bouwfase (beschadigen, bekladden)*
- *bescherming tegen langsstromend regenwater (afdekken tegen kalkstrepen, vuil enz.)*
- *bescherming tegen sterke zonbestraling*
- *afwerking centerpensparingen in afwerkfase (CUR-Aanbeveling 100 tabel 5, type, conform proefstuk)*

4.3 Proefstorten schoonbeton

De eerste proefstort vindt plaats in week ...

De proefstort wordt uitgevoerd bij / aan ...

Aanbeveling

Aanbevolen wordt met de voorgeschreven specificaties een proefstort uit te voeren. De aannemer kan hieraan zijn uitvoeringsmethode toetsen. De directie/architect kan het resultaat beoordelen. Een proefstort kan bestaan uit een apart gestort onderdeel of een gedeelte van een te storten constructie (bijvoorbeeld kelderwanden) waaraan minder hoge esthetische eisen zijn gesteld. Ook kan gebruik worden gemaakt van een mock-up om de werkwijze en details te toetsen. Het is raadzaam vooraf een tekening te maken van de proefopstelling met vermelding van de te kiezen uitgangspunten (bekisting, betonsamenstelling, verwerking enz.). Van de resultaten van de proefstort wordt een protocol (acceptatieplan) gemaakt. Voor de keuring van de mock-up zie hoofdstuk 5.

4.4 Het stortplan (dagplan of weekplan)

Zie bijlage stortplan ...

Toelichting

Vooraf aan het storten van een onderdeel in schoonbeton maakt de (beton)uitvoerder een beknopt stortplan. Hierin zijn de afspraken (met bijvoorbeeld de betoncentrale) van de stortdag vastgelegd. Een voorbeeld van een stortplan is opgenomen in bijlage E van de brochure 'Uitvoering Schoonbeton' van Cement&BetoneCentrum en VOBN / Gietbouwcentrum (zie literatuur).

Zie ook CUR-Aanbeveling 31 'Nabehandelen en beschermen van beton' en NEN-EN 13670 'Vervaardigen van betonconstructies' bijlage F.

4.5 Ontkisten

Toelichting

Het ontkisten van schoonbeton is een belangrijk aandachtspunt. Te vroeg ontkisten geeft risico's voor mechanisch beschadigingen vanwege onvoldoende sterkte. Te vroeg ontkisten is nadelig voor de doorharding van de betondekking en daarmee voor de duurzaamheid. Te vroeg ontkisten kan (krimp)scheurvorming versnellen. Door het ontkisten (lang) uit te stellen kunnen kleurverschillen ontstaan. Na het ontkisten moet altijd de nabehandeling worden uitgevoerd zoals beschreven in NEN-EN 13670 'Vervaardigen van betonconstructies' (klasse 3).

Voorbeeldtekst

Het ontkisten moet plaatsvinden op het tijdstip dat is genoemd in de projectspecificatie of de betonnormen.

Voor vloeren (en balken) wordt dit tijdstip bepaald door berekening. Gekozen is voor.....zie bijlage bij het werkplan.

Voor wanden wordt geadviseerd te kiezen voor ontkisten na 48 uur en voor 72 uur.

5. Keuringsplan

5.1 Algemeen

In dit keuringsplan is vastgelegd welke keuringen zullen worden uitgevoerd. Dit om aan te tonen of er aan de bestekseisen c.q. de oppervlakteklasse is voldaan. In dit hoofdstuk worden algemene aanwijzingen gegeven voor het keuren van constructies in schoonbeton en in het bijzonder de keuring aan de hand van tabel 3 van CUR-Aanbeveling 100.

Toelichting

Aan dit model-werkplan zijn model-keuringsformulieren toegevoegd.

Voorbeeldtekst

Specificatie bij elke keuring:

- *het onderwerp of het onderdeel*
- *bestekseis, norm en bijbehorende tolerantie (bijvoorbeeld tabel 3 van CUR-Aanbeveling 100)*
- *keuringsmethode (verwijzing of beschrijving)*
- *te gebruiken instrumenten (visueel of type, model, meetnauwkeurigheid)*
- *door wie de keuring wordt uitgevoerd*
- *tijdstip van keuring*

5.2 Aanwijzing keuring bekisting

Het keuren van de bekistingsconstructie vlak voor het storten is altijd een stoppunt. Keuring van de bekisting is nodig bij de start van de productie. De eerste keer als de bekisting van een onderdeel gereed is, de tweede keer als de wapening gereed is. Bij herhaalde inzet van de bekisting is keuring nodig in verband met beschadigingen en eventuele reparaties.

Aandachtspunten bij het keuren van de bekisting:

- laatste bekistingstekeningen / plaat / centerpennaden (let op gewijzigde versies van tekeningen)
- vaststellen basiskist en sluitkist
- kwaliteit beplating (vergelijken met proefstort of referentie)
- afdichting plaatnaden
- aflakken zaagsneden enz.
- wijze van ontkisten
- hergebruik bekisting (herstelwerk beplating e.d.)

5.3 Aanwijzing keuring wapening

Het gereed zijn van belangrijke wapeningsconstructies is vrijwel altijd een stoppunt. Keuringen vinden primair plaats door de betonstaalverwerker en de uitvoerder. Secundair door de opzichter en/of door de kwaliteitsinspecteur van de constructeur of Bouw- en Woningtoezicht.

Aandachtspunten bij het keuren van de wapening:

- laatste wapeningstekeningen (let op gewijzigde versies)
- staalkwaliteit en walsmerk (vergelijken met het certificaat)
- is alle wapening aanwezig (diameter, afstand, positie, laag)
- hoogtemaat bovenwapening (inwendige hefboomsarm vloeren en balken)
- vlakheid bovenwapening (vloeren)
- openingen voor storten en trillen, bovenin het net (bij wanden en balken)
- beloopbaarheid bovenwapening (supporten)
- buigstralen en bochten
- controle roestvorming
- verwijderen resten binddraad
- beugeldiameter en afstand
- las-, verankerings- en steklengte

- vervuiling wapening (vuil of stortresten)
- bijlegwapening bij sparingen
- betondekking en keuze dekkingsblokjes / ringen
- positie en afmeting ankers, ankerbussen en mechanische koppelingen
- positie kolom- en wandstekken (maatvoering)

5.4 Aanwijzing keuring storten en verwerken van betonmortel

De volgende keuringsresultaten moeten worden verzameld:

- gekozen betonsamenstelling (print van betoncentrale)
- consistentie aangevoerde betonspecie (visueel per mixer)
- afleveringsbonnen van de mixers van de betoncentrale (vooral de eerste; is soms ook bijwoonpunt)
- print rijpheidsmeting (rapport)
- testresultaten proefkubussen controleproef (rapport)

5.5 Aanwijzing keuring nabehandeling en nazorg beton

De nadere keuringen die samen met de opdrachtgever/bouwdirectie moeten worden uitgevoerd, zijn:

- sterkteontwikkeling (meetrapporten)
- maatnauwkeurigheid (meetrapporten)
- bescherming oppervlak tegen roeststrepen en stortresten
- scheurvorming (rapportage; zo nodig afwijkingenrapport)
- wijze van repareren en afwerken (stoppunt, zie hoofdstuk 8 van CUR-Aanbeveling 100)

5.6 Keuring volgens CUR-Aanbeveling 100 (hoofdstuk 7 en tabel 3)

De basiskeuring voor de uitvoering van schoonbetonwerk is de keuring van het proefstuk. Het proefstuk (of mock-up) dient tijdig vóór de geplande uitvoering van het schoonbetonwerk te worden uitgevoerd.

Een voorlopige keuring van het betonoppervlak vindt plaats na het ontkisten (formulier B1 of B2).

Toelichting

Vaak is na het ontkisten nog een afwerking nodig omdat het resultaat (nog) niet voldoet aan de specificaties of omdat er tijdens de bouw onvolkomenheden aan het oppervlak zijn ontstaan. In hoofdstuk 7 van CUR-Aanbeveling 100 worden aanwijzingen gegeven voor keuring en controle. De eindkeuring vindt plaats bij de oplevering. De keuringen worden uitgevoerd door of namens de aannemer. De opdrachtgever of de coördinator schoonbeton toetst de resultaten. Volg bij de keuring ook de aanwijzingen in hoofdstuk 8 'Herstel van onvolkomenheden' van CUR-Aanbeveling 100. Van belang is bijvoorbeeld de beoordelingsafstand; hiervoor moet 5 m worden aangehouden.

De keuring van het ontkiste bouwdeel op esthetische kwaliteit is een stoppunt voor het schoonbetonsteam. Op het proefstuk / de mock-up kunnen de goedgekeurde items worden gemarkeerd: ...

Voorbeeldtekst

- *de grijsint of kleur (CUR-grijsschaal)*
- *de gekozen hoekoplossing (scherpe kant)*
- *de goedgekeurde plaatnaad*
- *de goedgekeurde hoeveelheid luchtbellen*
- *detail / uitvoering stortnaad*
- *detail / uitvoering centerpen*
- *afwerking centerpensparing (keuze CUR-Aanbeveling 100 tabel 5)*

De eerste keuring van het oppervlak vindt plaats na het ontkisten en aan de hand van de 22 items van tabel 3 van CUR-Aanbeveling 100. Per item kan dan worden aangegeven of er wel of niet aan de eisen is (of zal worden) voldaan. In de afbouwfase en bij de oplevering vindt de eindkeuring plaats. Zie (model-)keuringsformulieren.

5.7 Keuring van luchtbellen

Voorbeeldtekst

Na het ontkisten kunnen zich luchtbellen (wel of niet storend) aftekenen aan het oppervlak. In tabel 3 (item 7) van CUR-Aanbeveling 100 is de hoeveelheid toelaatbare luchtbellen aangegeven. Luchtbellen zijn acceptabel als deze op 5 m afstand niet zichtbaar zijn. Zijn deze wel zichtbaar, dan moet de hoeveelheid worden vastgesteld. De toegestane maximale hoeveelheid luchtbellen is 50 mm² per dm².

Met een eenvoudige proef kan dit worden vastgesteld:

- neem een wit stuk papier A4 en teken een vierkant van 1 dm² (100 x 100 mm²);
- neem een stuk zwart papier, bij voorkeur zelfklevend (of zwarte tape);
- knip een stuk van 50 mm² (7 x 7 mm²) in fijne snippers ('luchtbellen');
- verdeel dit op het vierkant van 100 x 100 mm² (luchtbilverdeling is nu zichtbaar);
- houdt dit voorbeeld voor het te keuren oppervlak;
- vergelijk papieren model met de aanwezige luchtbellen van het betonoppervlak;
- stel (visueel) vast of dit minder is of meer dan het model;
- is dit meer dan toegestaan, kom dan herstel overeen; zo niet dan rest afkeuring.

5.8 Kwaliteitsdossier

De keuringsresultaten moeten worden verzameld bij het betreffende keuringsplan. Alle keuringsrapporten en eventuele (beton)onderzoeken worden verzameld tot een kwaliteitsdossier. Dit dossier wordt aan het eind van het werk gecompleteerd met de resultaten van de eindkeuringen, de opnamen en de oplevering.

6. Reparatie, herstel en afwerking

6.1. Algemeen

Toelichting

Na het ontkisten kan het zijn dat het oppervlak nog niet voldoet aan de eisen van tabel 3 van CUR-Aanbeveling 100. In hoofdstuk 8 van CUR-Aanbeveling 100 worden aanwijzingen gegeven voor herstel en esthetisch afwerken.

Bij reparatie en herstel moet onderscheid worden gemaakt tussen constructieve kwaliteit en esthetische kwaliteit. Bij de constructieve kwaliteit gaat het om het repareren van de betondekking voor het herstel van duurzaamheid/dichtheid. Bij de esthetische kwaliteit gaat het om de fraaiheid van het oppervlak.

Bij het repareren van de betondekking om de constructieve kwaliteit te verzekeren moet gebruik worden gemaakt van de aanwijzingen van CUR-Aanbevelingen 118 'Betonreparatie' en 119 'Specialistische instandhoudingstechnieken'. Na de constructieve reparatie is altijd een esthetisch herstel nodig. Bij het herstellen van de esthetische kwaliteit kan gebruik worden gemaakt van poets- en schuurtechnieken. Hiervoor moet altijd een proefvlak worden opgezet.

Voorbeeldtekst

Aandachtspunten voor reparatie, herstel en afwerking:

- *reparatie- en afwerkadvies laten opstellen (leverancier afwerkmortel)*
- *constructieve reparaties aan betondekking (bijvoorbeeld volgens CUR-Aanbevelingen 118 'Betonreparatie' en 119 'Specialistische instandhoudingstechnieken')*
- *esthetische reparatie, proefvlak opzetten*
- *rafelige reparatieranden afwerken via rechte lijn of haakse hoek*
- *herstel door afwerken / schuren met een vlakschuurmachine voorzien van kunststofmat*
- *herstel door afwerken / poetsen met een esthetische mortel of afwerkmortel*
- *herstel door eerst poetsen met een esthetische afwerkmortel, daarna schuren met kunststofmat*
- *afwerken door zeer licht stralen (bijvoorbeeld olivijnzand)*
- *stofbezuwaar verzegelen (transparante stofbinder of sealer, leverancier)*

6.3 Nabewerking: curing compound, sealers of nanocoating (hydrofobering)

Toelichting

Om bepaalde esthetische effecten te bereiken kan er worden gekozen voor een nabewerking met sealers of nanocoatings. Vooral bij gekleurd of donkere schoonbeton is het van belang (o.a. kalkstrepen...).

Bij de proefstort / mock-up of via referentieprojecten moet het effect van deze producten worden bepaald. Voor wanden geen curing compound gebruiken in verband met risico's voor kleurverschillen.

Voorbeeldtekst

Bij de vloeren is gekozen voor een nabehandeling met....(water, folie, curing compound).

Bij de wanden is gekozen voor geen nabewerking maar voor ontkisten na 48 uur.

Literatuur

- CUR-Aanbeveling 100 Schoonbeton – specificatie, uitvoering en beoordeling van betonoppervlakken waaraan esthetische eisen worden gesteld; SBRCURnet/CROW, Rotterdam (2013)
- Uitvoering schoon beton; Gietbouwcentrum en Cement&BetonCentrum (2008)
- Betoniek – artikelenreeks Schoonbeton (2016 – 2018)
- Betoniek nr. 1 2018 artikel 'Kan (schoon)beton mooi verouderen?'
- tektoniek.nl
- schoonbeton.com
- betonehuis.nl