

ARCHITECTONISCH **BETON**

ARCHITECTONISCH **BETON**

GIDS VOOR ARCHITECTEN EN VOORSCHRIJVERS

Architectuur is een levende kunst die voortdurend verandert onder invloed van technologische ontwikkelingen, trends in de maatschappij, traditie, cultuur en nog andere factoren. Geprefabriceerd 'Architectonisch Beton' draagt daartoe in de letterlijke en figuurlijke zin zijn 'steentje' bij.

Het gebruik van beton als constructiemateriaal met een bijkomende esthetische functie werd in de jaren 1920 opnieuw geïntroduceerd door de beroemde architect Le Corbusier. Een markant voorbeeld is de kapel van Ronchamps in Frankrijk. Niet alleen de structurele eigenschappen, maar ook het ruwe aspect van het ter plaatse gestorte beton trok hem bijzonder aan. Men noemde deze stijl trouwens het 'Brutalisme'. Hoewel de architectuur van Le Corbusier nog steeds ieders bewondering wegdraagt, is de associatie tussen esthetiek en beton ondertussen toch wel grondig veranderd. Ruwheid wordt niet langer aangevoeld als een expressieve eigenschap maar eerder als een onvolmaaktheid.

De huidige brochure verschaft de ontwerper en investeerder de nodige fundamentele informatie over de mogelijkheden en toepassingen van architectonisch beton. Het is tevens de bedoeling de ideevorming bij het potentieel veelzijdig gebruik ervan te stimuleren.

www.febelarch.be



Architectonisch Beton

Mogelijkheden en toepassingen van architectonisch beton



FEBE is de erkende beroepsvereniging van fabrikanten van geprefabriceerde betonproducten en verdedigt de belangen van de sector. De Belgische betonindustrie produceert een brede waaier aan geprefabriceerde elementen voor de bouw, gaande van eenvoudige, ongewapende producten zoals metselblokken en straatstenen tot de grote structurelementen als brugliggers.

FEBELARCH verenigt binnen de Federatie van de Betonindustrie (FEBE) de fabrikanten van elementen in architectonisch beton. De leden van FEBELARCH werken samen aan het bestuderen en het op punt stellen van de technische kenmerken, het certificeren van de kwaliteit (BENOR) en de communicatie van de toepassingsmogelijkheden en voorschriften van kwalitatief hoogstaande elementen in architectonisch beton.

De inhoud van deze uitgave mag worden gebruikt op voorwaarde dat de bron duidelijk wordt vermeld.

D/2010/9748/02

VORM, DRUK EN AFWERKING
Lannoo Drukkerij, Tielt
www.lannooprint.be

VERANTWOORDELIJKE UITGEVER
E. Dano
Vorstlaan 68 - 1170 Brussel

Voorwoord	5
Hoofdstuk 1: Een expressief bouw materiaal	7
Beton als structuur materiaal	9
Beton als instrument van architecturale expressie	12
Hoofdstuk 2: Verwerking van architectonisch beton	25
Ter plaatse gestort dragend architectonisch beton	27
Geprefabriceerd dragend architectonisch beton	28
Geprefabriceerd niet-dragend architectonisch beton	30
Welke verwerkingsmethode kiezen?	31
Organisatie	32
Hoofdstuk 3: Voornaamste types elementen in architectonisch beton	35
Bekledingspanelen	37
Structuurelementen	47
Balkonelementen	48
Dakrandelementen	51
Trappen	53
Kleine sierelementen in de gevel + balusters	56
Elementen voor de burgerlijke bouwkunde	59
Meubilair voor stadsbeeldverfraaiing	62
Hoofdstuk 4: Kwaliteit, certificatie en BENOR	65
CE-markering	67
Kwaliteit	69
Certificatie	69
Productcertificatie als basis voor het BENOR-merk	71
Het BENOR conformiteitsmerk	71
Controle	71
Verwijzingen - Technische specificaties	72

Hoofdstuk 5: Duurzaamheid en onderhoud	75
Inleiding	77
Verschijningsvormen van architectonisch beton	79
Vervuiling van architectonisch beton oppervlakken	85
Hoofdstuk 6: Voorbeelden van realisaties	89
AZ Groeninge	91
Bouw van een alleenstaande woning	93
Lichttorenplein Knokke	95
Van der Meij College	99
Bijlagen	101
Neutrale bestektekst	103
Check-list voor de aannemer	115
Bibliografie	117
Lijst van de fabrikanten	118

Architectuur is een levende kunst die voortdurend verandert onder invloed van technologische ontwikkelingen, trends in de maatschappij, traditie, cultuur en nog andere factoren. Geprefabriceerd 'Architectonisch Beton' draagt daartoe in de letterlijke en figuurlijke zin zijn 'steentje' bij.

Het gebruik van beton als constructiemateriaal met een bijkomende esthetische functie werd in de jaren 1920 opnieuw geïntroduceerd door de beroemde architect Le Corbusier. Een markant voorbeeld is de kapel van Ronchamps in Frankrijk. Niet alleen de structurele eigenschappen, maar ook het ruwe aspect van het ter plaatse gestorte beton trok hem bijzonder aan. Men noemde deze stijl trouwens het 'Brutalisme'. Hoewel de architectuur van Le Corbusier nog steeds ieders bewondering wegdraagt, is de associatie tussen esthetiek en beton ondertussen toch wel grondig veranderd. Ruwheid wordt niet langer aangevoeld als een expressieve eigenschap maar eerder als een onvolmaaktheid.

Beton hoeft echter niet noodzakelijk grijs en ruw te zijn. De prefabindustrie heeft sinds de jaren zestig van vorige eeuw technieken ontwikkeld om aan beton een verfijnder uitzicht te geven. Men heeft hieraan trouwens de sprekende naam 'Architectonisch Beton' gegeven. Ons land was en is nog steeds hierin een voorloper. De ontwikkelingen in deze branche gaan nog steeds door en onze prefabindustrie is op dit gebied nog steeds nummer één in Europa, met talrijke realisaties in België en de ons omringende landen.



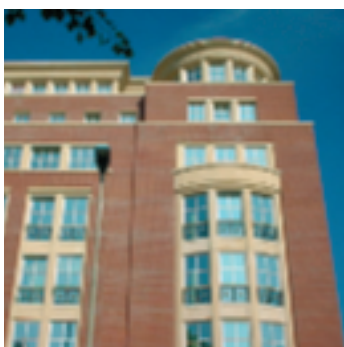
'One Coleman Street' – arch. David Walker

De term 'Architectonisch Beton' wordt door de prefabindustrie gebruikt voor een geheel van elementen die door hun vormgeving, afwerking, kleur, textuur en hoge kwaliteit een wezenlijke bijdrage leveren tot de architectuur van een gevel of een andere constructie. Het voornaamste kenmerk van architectonisch beton ligt in de bijna onbeperkte mogelijkheden op gebied van stijl, kleurschakering en oppervlakteaspect. De toepassingen zijn derhalve onbeperkt: van de reproductie van klassieke gevels met al hun ornamenten uit de Renaissance, tot de meest verbeeldingsvolle gebouwen van de toekomst. De enige begrenzing is in feite de creativiteit van de ontwerper. Het architectonisch beton is bovendien een materiaal welke de mogelijkheid biedt om een aantrekkelijke architectuur te combineren met andere constructieve en bouwfysische functies. Het wordt gebruikt voor gevels van allerlei soorten gebouwen, welke zich onderscheiden door een prestigieus en karaktervol uitzicht. De elementen worden ook binnen de gebouwen gebruikt voor allerlei constructieve en decoratieve functies.

Het uitzicht van architectonisch beton heeft de laatste jaren een hele evolutie doorgemaakt. In de beginperiode, rond de zestiger jaren, lag het accent op het visualiseren van de inwendige structuur van het beton. Deze werd door uitwassen, zandstralen, hameren en nog andere technieken zichtbaar gemaakt en in de meeste gevallen verfraaid door het gebruik van wit cement en decoratieve granulaten.

Onze moderne maatschappij is echter steeds meer belang gaan hechten aan een meer esthetische en in het milieu passende omgeving. Dit heeft in grote mate de architectuur van de gebouwen en de gebruikte gevelmaterialen beïnvloed. De strakke ééntonige gevelvlakken van vroeger, worden nu vervangen door een veel gevarieerdere vormgeving en de natuurlijke en klassieke gevelmaterialen worden geherwaardeerd. Architectonisch beton heeft deze trend gevolgd. In plaats van de inwendige structuur van het beton te tonen zoals in het verleden, worden nu oppervlakte texturen gebruikt welke nauw aanleunen bij natuurlijke en traditionele materialen: natuursteenafwerkingen, gepolijst beton, baksteen- en natuursteenbekledingen, enzomeer. Nieuwe maltechnieken hebben eveneens bijkomende mogelijkheden geschapen op gebied van de vormgeving, vooral in verband met ingewikkelde motieven en ornamenten. De betonindustrie is ook veel flexibeler geworden. Vroeger was de minimumserie twintig of dertig elementen om economisch aantrekkelijk te blijven, terwijl nu relatief gemakkelijk kleinere series gemaakt worden. De laatste ontwikkelingen situeren zich op technologisch vlak, onder andere met de introductie van zelfverdichtend beton.

De huidige brochure verschaft de ontwerper en investeerder de nodige fundamentele informatie over de mogelijkheden en toepassingen van architectonisch beton. Het is tevens de bedoeling de ideevorming bij het potentieel veelzijdig gebruik ervan te stimuleren.



Een expressief bouwmateriaal

1.1 Beton als structuurmateriaal

- 1.1.1 Een eeuwenoude geschiedenis
- 1.1.2 Samenstelling van het beton
- 1.1.3 Fysische en mechanische eigenschappen van het beton

1.2 Beton als instrument van architecturale expressie

- 1.2.1 Vorm van de elementen
- 1.2.2 Oppervlaktestructuur
- 1.2.3 Kleuren
- 1.2.4 Oppervlaktespecten (textuur)
- 1.2.5 Voorbeelden van oppervlaktespecten
- 1.2.6 Combinatie met andere materialen
- 1.2.7 Kostprijsbepalende factoren



1. Een expressief bouwmateriaal

1.1 Beton als structuurmateriaal

Bouwwerken worden onderworpen aan tal van eisen en verplichtingen. Als bouwmaterial kan beton volledig aan die verwachtingen beantwoorden:

- beton is mechanisch zeer stabiel
- beton is waterdicht
- beton is vuurvast
- beton isoleert geluid
- beton is thermisch inert
- beton is bijzonder duurzaam
- beton is milieuvriendelijk.

Beton wordt gemaakt door vaste mineralen (wit of grijs cement, fijne steenslag, zand, kleurpigmenten) te vermengen met water en hulpstoffen. Deze combinatie geeft aan vers beton een grote plasticiteit en aan het eindproduct de beoogde fysisch-chemische eigenschappen.

Diverse specifieke kwaliteiten maken beton met name geschikt voor gebruik in prefabelementen.

- vlot verwerkbaar: beton kan gebruikt worden in alle vormen en maten en is ook geschikt om details van bekledingsstukken te produceren
- esthetisch soepel: het gamma aan bestanddelen, samenstellingen, bekistingsvormen en oppervlaktebehandelingen waarvoor beton kan ingezet worden, zijn oneindig
- duurzaam: beton is bestand tegen moeilijke milieuomstandigheden
- relatief goedkoop: de prijs van beton is afhankelijk van de beoogde prestaties.

Voor de gebruiker die het product afstemt op zijn behoeften, is beton daardoor één van de voordeligste materialen op de markt.

1.1.1 Een eeuwenoude geschiedenis

Beton heeft een eeuwenoude traditie. Afbeeldingen van de aanmaak en het gebruik van beton zijn al te zien op muurschilderingen die tweeduizend jaar voor Christus in Thebe werden gemaakt. Bij de Egyptenaren en de Babyloniërs treft men boog- en gewelfconstructies aan die werden gemaakt met behulp van beton.

Ook de Romeinen gebruikten beton. Ze bouwden er met name constructies mee die grote drukspanningen konden opnemen, zoals koepels (het Pantheon), aquaducten en viaducten. Met natuurlijk cement als basis gebruikten ze beton ook als opvulling tussen gemetselde stenen.



Het Pantheon

Na de Romeinen raakte het beton in onbruik. Pas in het begin van de 19de eeuw kwam het weer boven water. De Engelsman Aspdin ontdekte in 1824 een methode om een kunstmatig portlandcement te maken, waardoor het mogelijk werd om bouwwerken als kaaimuren, havendammen en vloeren uit te voeren in beton in plaats van met duur metselwerk.

De definitieve doorbraak kwam er evenwel met de uitvinding van het gewapend beton, in de tweede helft van de 19de eeuw. Voortaan konden de trekspanningen in het beton opgenomen worden door de wapening. Beton heeft namelijk een beperkte treksterkte. Staal daarentegen kan zowel druk- als trekspanningen opnemen. Bovendien zet staal uit op dezelfde manier als beton, vertoont het een zeer goede hechting aan beton en wordt het door het beton zelf beschermd tegen roestvorming.

Een probleem in dit verband was wel dat het beton zeer kleine scheurtjes kon oplopen vooraleer het staal de trekkrachten opnam. In bepaalde gevallen kon dat nadelige gevolgen hebben voor zowel het uitzicht als de duurzaamheid van het bouwwerk. Dit probleem is opgelost door de invoering van het voorgespannen beton. Door aan het wapeningsstaal een voorspanning te geven, wordt het beton voor belasting reeds aan een drukspanning onderworpen. Hierdoor treden in het beton na belasting geen trekspanningen meer op en ontstaan er bijgevolg ook geen scheurtjes. Bij voorgespannen beton wordt gebruik gemaakt van hoogwaardig staal.

Beton blijft nog steeds verder evolueren. Zo is er nu ook zelfverdichtend beton dat door zijn speciale samenstelling niet meer verdicht hoeft te worden. De technologie kwam indertijd overgewaaid uit Japan maar werd intussen verder ontwikkeld. Een andere evolutie is het gebruik van photocatalytisch cement voor de aanmaak van beton met onderhoudsvriendelijke en luchtzuiverende eigenschappen. Ook belangrijk is dat door een steeds betere beheersing van de betonsamenstelling steeds hogere drukweerstand bekomen worden. Tegelijkertijd verhoogt de duurzaamheid.

1.1.2 Samenstelling van het beton

De samenstelling van het beton hangt af van de beoogde vorm en oppervlaktebehandelingen. Er wordt ook rekening gehouden met de manier waarop het beton gebruikt zal worden.

Zelfverdichtend beton





Balkons in architectonisch beton



Residentie De Corner in Knokke - balkons en vakwerk in architectonisch beton - combinatie van glad en uitgewassen beton

De gebruikte cementen kunnen wit of grijs zijn. De keuze is afhankelijk van de beoogde tint en het afwerkingseffect, van de gebruikte granulaten en kleurstoffen en van de milieuomstandigheden waaraan de prefabelementen blootgesteld zullen worden. Het cement is conform aan de NBN EN 206-1 en de NBN B 15-001.

De granulaten moeten voldoen aan de NBN EN 206-1 en de NBN B 15-001 en de desbetreffende voorschriften van PTV 411. De keuze van hun eigenschappen (gerold of gebroken, tint, afmetingen) wordt bepaald door mechanische, fysisch-chemische en esthetische aspecten.

Voor de gepolijste betonsoorten moeten de granulaten een textuur en porositeit hebben in functie van het type bewerking (mat of glanzend):

- zachte granulaten (middelkalkgesteenten en bepaalde marmarstenen) voor een matte polijsting
- middelharde granulaten (harde kalkgesteenten, marmers, granieten, ryolieten) voor een matte of glanzende polijsting
- harde granulaten (veldspaten, basalten) bieden een uitstekende weerstand aan aggressieve atmosferen.

Het aanmaakwater is conform aan de NBN EN 206-1 en de NBN B 15-001. Het is niet vervuild en bevat een beperkte hoeveelheid opgelost zout.

De hulpstoffen verwerkt in het beton (plastificeerders, luchtbelvormers, vochtwerende middelen, bindingsversnellers...) zorgen voor een betere en eenvoudigere verwerking en eventueel voor een betere duurzaamheid. De hulpstoffen moeten conform zijn aan de NBN EN 206-1 en de NBN B 15-001. De vochtwerende middelen zorgen, behalve uiteraard voor vochtwering, op lange termijn ook voor stabilere tinten.

De gebruikte kleurpigmenten zijn natuurlijke of synthetische metaaloxiden die op lange termijn een grote kleurstabiliteit garanderen.

1.1.3. Fysische en mechanische eigenschappen van het beton

De fysische en mechanische eigenschappen van het beton komen voornamelijk voort uit de samenstelling van het beton (bestanddelen en dosering) en uit de gebruikte fabricagetechnieken (verdichting, trilling, nabehandeling).

Hoofdeigenschappen van de betonsoorten samengesteld uit courante granulaten:

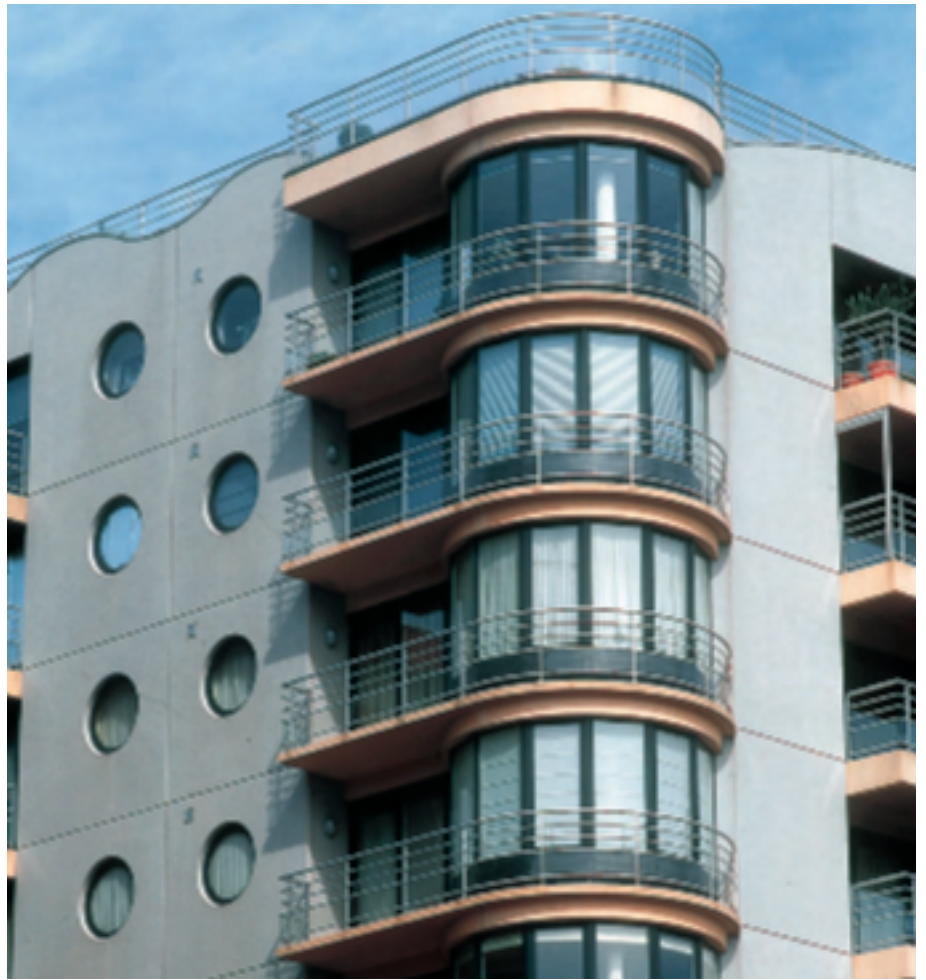
- volumieke massa: 2300 tot 2500 kg/m³
- druksterkte op 28 dagen: 30 tot 80 N/mm²
- druksterkte vóór 28 dagen wordt bepaald volgens een kromme die proefondervindelijk werd opgesteld voor de verschillende cementsorten
- treksterkte: ongeveer 1/10 van de druksterkte.

1.2 Beton als instrument van architecturale expressie

Voor gevelbekledingen levert architectonisch beton een palet aan stijlen, kleurschakeringen en texturen op die door geen enkel ander materiaal geëvenaard worden. De mogelijkheden van architectonisch beton zijn legio: het is net zo bruikbaar in de restauratie van klassieke gevels als in futuristische gebouwen; de ontwerper zal niet snel stuiten op de beperkingen van het architectonisch beton en kan zijn creativiteit de vrije loop laten.

'Origin' - prefab architectonisch blauw getint beton - Beekink en Molenaar architecten





Residentie Astrid te Blankenberge - balkons en gevelpanelen in architectonisch beton - combinatie van beige en lichtgrijs uitgewassen beton

Architectonisch beton wordt ook gebruikt voor decoratieve toepassingen in interieurs, zoals speciale kolommen, wanden, sierelementen en bekledingen van kernen.

Of het gebruik van geprefabriceerd architectonisch beton succesvol en economisch is, hangt in grote mate af van de knowhow waarover de ontwerper beschikt. Hij moet ontegensprekelijk goed vertrouwd zijn met de technische eigenschappen van het materiaal en met de productie- en montage mogelijkheden.

1.2.1. Vorm van de elementen

Voor de vormgeving van de elementen zijn de schetsen van de architect en de technische studies samen doorslaggevend. De algemene vorm moet op een eenvoudige manier bekist en vooral ontkist kunnen worden. Voor de bekisting van de elementen komen heel verschillende materialen in aanmerking: staal, hout, plastic, piepschuim, gegoten polystyreen, polystyreen voorzien van snijwerk, rubber, elastomeer. Wat er uiteindelijk gekozen wordt, hangt af van het aantal te vervaardigen stukken en van de complexiteit van het eindproduct (zoals details, finesse van het gietwerk, enzovoorts).

1.2.2. Oppervlaktestructuur

Een ontwerper die een gevel levendiger wil maken, kan de elementen profileren. Hij kan bijvoorbeeld kleine volumes laten uitsteken als een rib, of hij kan in het midden van vlakken uitsparingen open laten. Dergelijke profileringen creëren een lichtspel (tekeningen en geometrische vormen) dat het ontwerp van de architect reproduceert. Sommige gespecialiseerde leveranciers nemen een aantal profileringen op in hun catalogi, maar meestal worden profileringen gewoon op bestelling gemaakt. Een ander type profileringen wordt verkregen door inwerking. Ook de plaatsing van decoratieve elementen (zoals stenen of keien) op de bodem van de bekisting of de gietvorm kan een aantrekkelijk resultaat opleveren.

Wanneer rigide gietvormen gebruikt worden, moet de vorm van de profilering zodanig zijn dat het werkstuk uit de gietvorm gehaald kan worden. De bekisting moet 'geopend' kunnen worden of er moeten afschuiningen worden voorzien om het ontkisten mogelijk te maken. Soepele gietvormen, zoals die in elastomeer, zijn speciaal geschikt voor complexe vormen.

'111 Strand', London – arch. Squire & Partners. Elementen met natuursteen inleg





University of Edinburgh, arch. F. Browns

1.2.3. Kleuren

Met de keuze van de bestanddelen, de dosering ervan en de bewerking van de oppervlakte kan de ontwerper een grote variëteit aan kleuren realiseren.

De kleur van gladbekistbeton hangt in de eerste plaats af van de fijnste bestanddelen: pigmenten, cementen, vulstoffen en zandsoorten. De tint van bewerkte betonsoorten (uitgewassen, gedompeld, gestraald of gepolijst oppervlak) hangt samen met de kleur van de grote componenten, zoals grof zand en steenslag of grind.

In functie van het type en de diepte van de bewerking, kan de hechtingsmortel die zichtbaar is tussen de grove korrels een grotere of kleinere invloed hebben op het algemene aspect van de oppervlakte. Om een homogeen resultaat te bereiken, kan de tint van de mortel op die van de granulaten afgestemd worden. Omgekeerd kan men kiezen voor een duidelijk contrast, door de kleur van de fijne steenslag duidelijk te doen uitkomen tegen een mortel van een andere tint.

Het cement

Grijs beton kan lichter of donkerder zijn, afhankelijk van samenstelling en oorsprong. Het grijs van glad beton varieert in functie van de vervaardiging (vochtgehalte) en van de omstandigheden waaraan het element na de ontkisting werd blootgesteld (nabehandeling, opslag). Als dat nodig is, kan de kleurhomogeniteit verbeterd worden door een lichte gomming (fijn zandstralen van de oppervlakte).

De samenstelling van witte cementen leunt nauw aan bij die van de grijze. Ze worden gebruikt om lichtkleurige betonsoorten te maken, doorgaans op basis van natuurlijke zandsoorten met lichte kleuren: beige, oker of roze.

Wit cement wordt gemaakt met zeer zuivere grondstoffen, waarbij kleurende oxiden strikt beperkt worden. Wit cement ondergaat niet alleen de gewone kwaliteitscontrole voor cement maar ook een extra kleurcontrole.



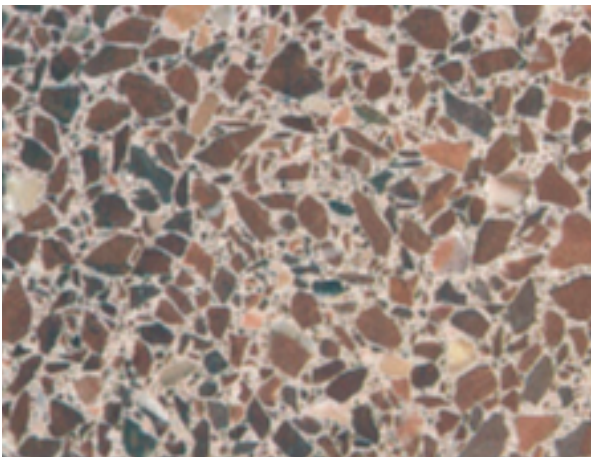
Kantoorgebouw te Gent, gevelpanelen op basis van wit cement

De granulaten

Het gebruik van granulaten (zand en grind) ligt voor de hand omdat het door de natuur gevormde korrels zijn. De keuze aan granulaten is onvoorstelbaar groot en deels onontgonnen.

Voor zand en fijne steenslag bestaat er een grote verscheidenheid aan natuurlijke kleuren. Een oppervlaktebewerking van het beton kan die tinten meer of minder doen uitkomen. Beton met fijne zandkorrels kan bijvoorbeeld gezandstraald worden; bij beton met grove zandkorrels zal grondig wassen of polijsten een invloed hebben op de kleur.

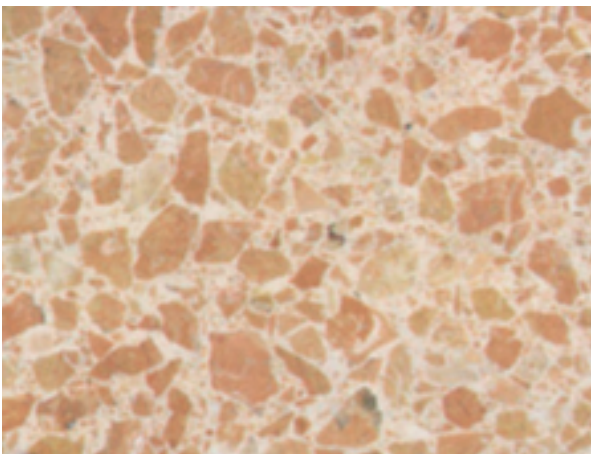
Donkerbruin gepolijst beton



De granulaten: zand en gebroken marmar



Okerkleurig gepolijst beton



De granulaten: zand en gebroken marmar





Grote diversiteit van kleuren en afwerkingen



Kleurstoffen zorgen voor een ruime waaier aan mogelijke kleuren

Combinatie van tinten

De combinatie van granulaten van verschillende of complementaire kleuren binnen een zelfde betonbereiding zorgt voor:

- graniet- of vlekkelig effect
- streepvorming of andere speciale effecten
- geometrische tekeningen door nevenschikking van betonsoorten van verschillende kleuren op een zelfde oppervlakte (door simultane bekisting).

De kleurpigmenten

Een andere manier om glad of bewerkt beton een bijzondere kleur of nuance te geven is het kleurpigment. Kleurpigmenten worden in kleine hoeveelheden toegevoegd aan het beton (1 tot 3 % van het cementgehalte).

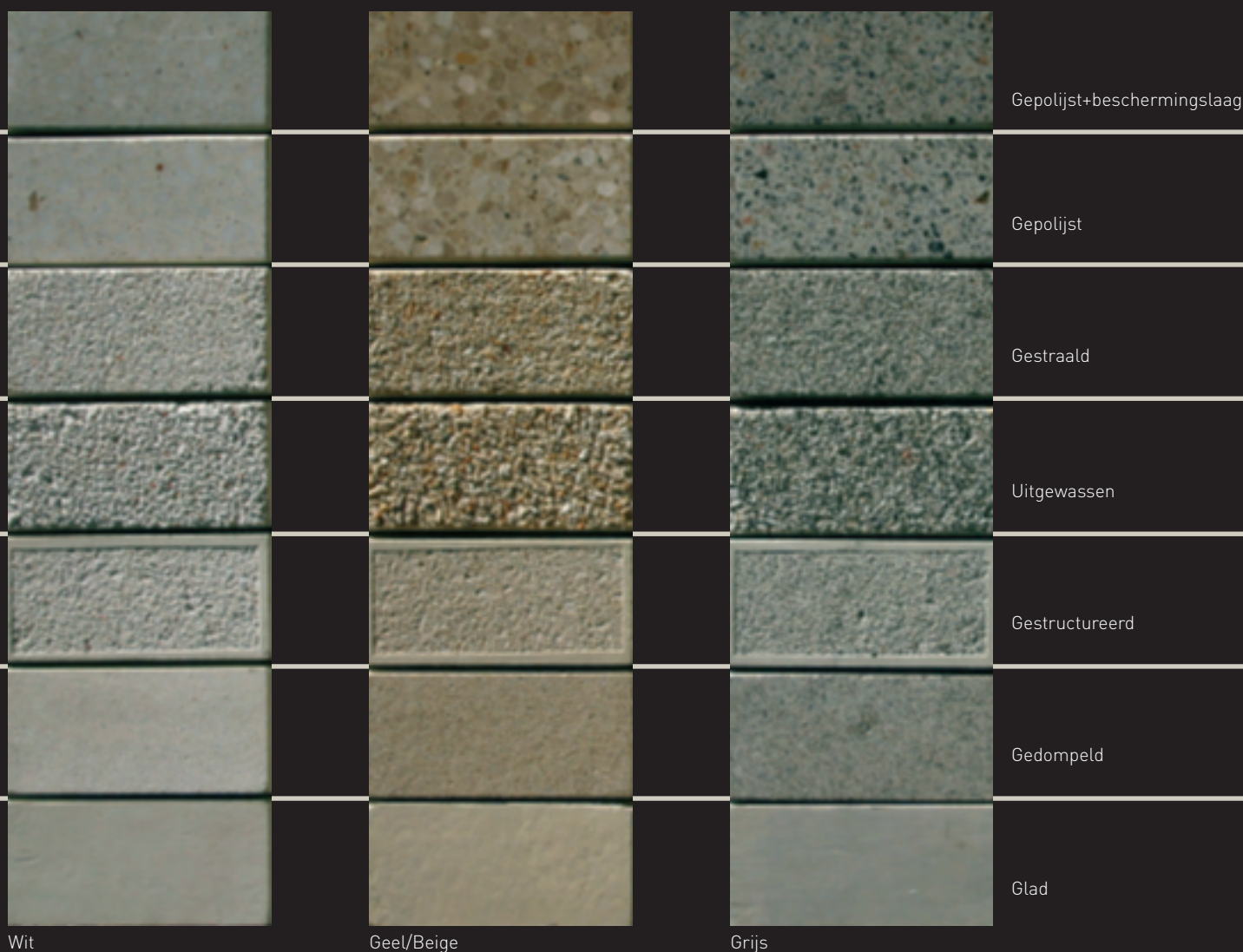
Voor gekleurd beton wordt meestal wit cement gebruikt. Kleurpigmenten worden bij voorkeur verbonden met zandsoorten en granulaten van dezelfde kleur. Ze maken een uitgebreid tintenpalet mogelijk: geel, oker, rood, bruin, kastanjebruin, zwart, groen, blauw... Kleurpigmenten zijn vrijwel onmisbaar als het beton een constante kleur moet krijgen (bijvoorbeeld rood, bruin, zwart, blauw of groen). Doorgaans komt het erop neer dat het kleurpigment de kleur van de granulaten versterkt.

Kleurpigmenten kunnen ook ingezet worden om de textuurhomogeniteit van beton met grijs cement te verbeteren. In dat geval is het aanbevolen een beroep te doen op minerale pigmenten die bestand zijn tegen een alkalisch milieu en tegen ultraviolette stralen.

Wie pigmenten gebruikt, moet nauwkeurig toezien op de dosering en de verwerking ervan en op de nazorg van het beton. Om die reden is een doorgedreven gebruik van pigmentatie niet gebruikelijk bij op de werf gestort beton.

1.2.4. Oppervlakteaspecten (textuur)

Het karakter van een gebouw wordt behalve door de kleur ook bepaald door de textuur. Ook hier biedt architectonisch beton een brede waaier aan mogelijkheden. Zo wordt bijvoorbeeld onderscheid gemaakt tussen onbewerkt beton en beton dat na het ontkisten nog een bewerking ondergaat. Ook het inleggen van baksteenstrips, keramiek of natuursteen behoort tot de mogelijkheden.



Om de kleur en oppervlakteafwerking van architectonisch beton te kiezen, wordt gebruik gemaakt van stalen. Een eerste selectie gebeurt met stalen van de fabrikant; daarna kan een definitieve keuze gemaakt worden uit speciaal aangemaakte grotere stalen.

Toch blijft het altijd mogelijk dat het uiteindelijk geproduceerd beton wat verschilt van het gekozen staal. De granulaten in het beton blijven nu eenmaal een natuurproduct..

A. Onbewerkt beton

Hoe onbewerkt beton eruitziet, hangt af van de bekisting. Onbewerkt beton kan een glad of een gestructureerd voorkomen hebben.

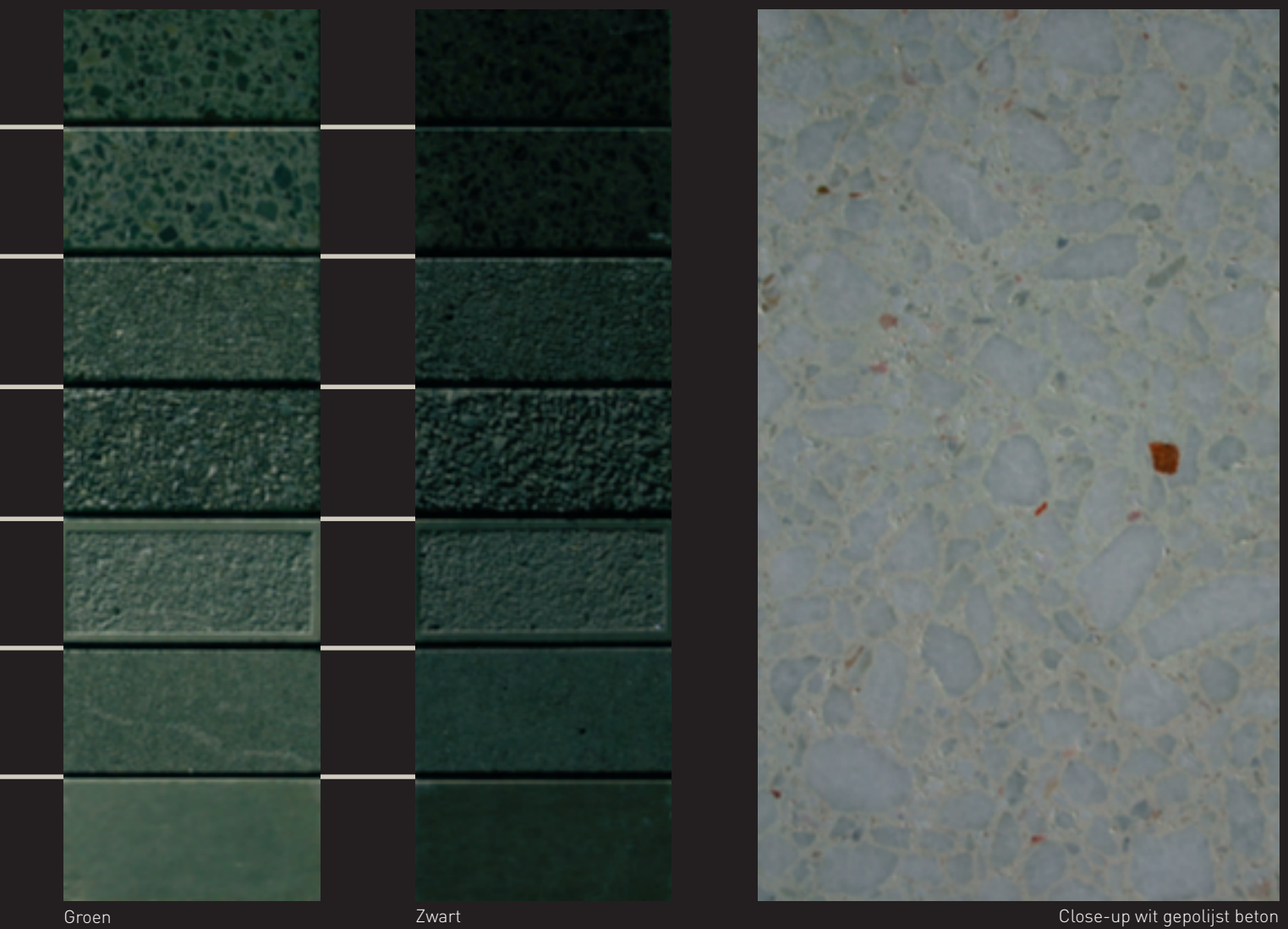
Glad Beton

Glad geprefabriceerd beton is kwalitatief beter dan op de werf gestort beton omdat het kan worden geproduceerd in betere omstandigheden: een perfecte bekisting zorgt voor een egaal oppervlak en triltafels garanderen een optimale dichtheid.

Gestructureerd Beton

Gestructureerd beton wordt gemaakt met een structuurbekisting. Het betonoppervlak krijgt een lichtere of sterkere profilering, hetzij door de bekisting zelf hetzij door het aanbrengen van een (negatief) reliëfpatroon in de bekisting. Zo'n reliëfpatroon bestaat doorgaans uit geëxpandeerd polystyreen, polyurethaan of siliconenrubber.

Volledigheidshalve moeten we hier vermelden dat glad grijs beton een aantal nadelen heeft. Zo zijn luchtbelletjes en krimpseurtjes niet altijd te vermijden, terwijl ze omwille van het karakter van dit soort beton juist uiterst zichtbaar zijn. Ook de blootstelling aan regen van pas geproduceerde elementen veroorzaakt onuitwisbare sporen. Bovendien kunnen er



kleurverschillen voorkomen binnen één element en zijn kleurverschillen tussen panelen niet uitgesloten.

Gestructureerd beton neemt een aantal van deze nadelen weg maar eigenlijk wordt een optimaal resultaat pas bekomen als het beton na het ontkisten één van de hieronder beschreven bewerkingen ondergaat.

B. Bewerkt beton

Licht of sterk uitgewassen beton

Op de wanden van de bekisting wordt een product aangebracht dat de hydratatie van het cement desactiveert, vertraagt of zelfs helemaal tenietdoet. Na het ontkisten wordt het niet-gehydrateerde materiaal met een waterstraal weggespoeld zodat de zandkorrels of de granulaten zichtbaar worden. Het effect hangt dan af van de dieptewerking van het desactiverend middel. Ook de vorm, aard, korrelgrootte en tint van de granulaten én de samenstelling van de mengeling spelen een belangrijke rol.

Gedompeld (of gezuurd) beton

Beton dat behandeld wordt met een zuuroplossing krijgt een zeer fijnzanderige structuur. Is het de bedoeling dat alle zijden van het element die structuur krijgen, dan wordt het element volledig ondergedompeld in een bad met een dergelijke oplossing. In de andere gevallen wordt het zuurhoudend product op het te behandelen oppervlak aangebracht. Grondig spoelen is absoluut nodig.

Gestraald beton

Het te bewerken oppervlak wordt onder hoge druk met staalgrit gestraald. Licht stralen zorgt ervoor dat de zandkorrel zichtbaar wordt; bij grondig stralen komen de granulaten aan de oppervlakte. Hoe harder gestraald, hoe matter het oppervlak wordt. Stralen vereist een grote vakkennis en heeft als voordeel dat het effect gecontroleerd kan worden naarmate de behandeling vordert.

Gepolijst beton

Gepolijst beton heeft een effen oppervlak met een al dan niet uitgesproken glans als resultaat. Het polijsten gebeurt in verschillende stappen waarbij een steeds fijnere oppervlaktestructuur en een steeds hogere glans bekomen wordt:

- Slijpen: zodra het beton hard genoeg is, wordt 1 tot 2 mm van het oppervlak weggeschuurd zodat de granulaten zichtbaar worden. Bij die bewerking ontstaan een aantal groeven. Die worden met een tweede bewerking met een fijnere slijpsteen weer weggewerkt.
- Polijsten: na een eerste slijpbewerking wordt het oppervlak gekit. (Kitten of mastikeren heeft tot doel de holtes op te vullen en de kleine afsplinteringen te dichten.) Zodra het oppervlak verhard is, wordt het opnieuw met steeds fijnere slijpstenen bewerkt. Daarbij verdwijnen de groeven en komt stilaan de natuurlijke glans van de granulaten tevoorschijn. Maar daarmee heeft het oppervlak nog geen natuurlijke glans. Door het nog eens tweemaal verder te bewerken met nog fijnere slijpstenen, bekomt men eerst een satijnglans en daarna een hoogglans.

Gepolijst beton heeft als voordeel dat de gevel glad is, en dus sterk zelfreinigend en onderhoudsvriendelijk. Dat voordeel kan nog versterkt worden door het aanbrengen van een beschermingsproduct.

1.2.5. Voorbeelden van oppervlakteaspecten

Beelden op pagina 18 en 19.

Faculté des Métiers, Evry – arch Lehoux & Phily – gepolijst beton

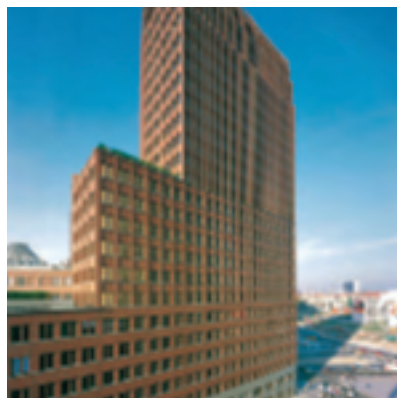


1.2.6. Combinatie met andere materialen

Geprefabriceerde gevelelementen kunnen ook bekleed worden met andere materialen zoals keramiektegels, bakstenen of natuursteen. Deze materialen worden dan op de bodem van de mal geplaatst en ingebetonned in de elementen.

Voor materialen met kleine afmetingen, zoals keramiektegels, levert de hechting met het beton uit zichzelf al een duurzame bevestiging op, op voorwaarde dat de achterzijde van het materiaal voldoende ruw of geprofileerd is. Voor materialen met grotere afmetingen, zoals natuursteen, zijn meer maatregelen nodig. De stenen worden bijvoorbeeld voorzien van een verankering en bovendien wordt de kleef tussen de natuursteen en het beton verbroken om een zekere beweging tussen beide materialen mogelijk te maken. Natuursteen heeft immers een andere uitzettingscoëfficiënt dan beton. Bovendien zal de temperatuur aan de buitenzijde van het element (zijde natuursteen) anders zijn dan aan de binnenzijde (zijde beton).

Inleg van baksteen





Inleg van keramisch materiaal, Karl Scharnaglring, München,

1.2.7. Kostprijsbepalende factoren

In de kostprijs van architectonisch beton spelen diverse elementen een rol. We zetten hier een aantal belangrijke factoren op een rijtje.

Factoren i.v.m. samenstelling en uitzicht van het beton

De kostprijs van het beton is mee afhankelijk van:

- de prijs van de grondstoffen (grijs of wit cement, het type granulaten...)
- de hoeveelheid en de moeilijkheidsgraad van de bewapening
- de gekozen afwerking (glad, gestraald, gepolijst...)
- de manipulatie- en montagevoorzieningen.

Factoren i.v.m. de complexiteit van de bekisting

De kostprijs van het beton is mee afhankelijk van:

- de complexiteit van de vorm van het element
- de gekozen profileringen (uitsparingen, valse voegen, verdeling in vakken...)

Factoren i.v.m. het aantal mallen

De kostprijs van het beton is mee afhankelijk van:

- het aantal verschillende elementen (elke vorm vereist een aparte bekisting)
- de levertermijn. De combinatie van fabricatetermijn en montagevolgorde kan er voor zorgen dat er voor de productie van een element meerdere identieke mallen nodig zijn.

Factoren i.v.m. transport en manipulatie

De kostprijs van het beton is mee afhankelijk van:

- de afmetingen en het gewicht van de elementen. Die bepalen immers welk hijs- en montagematerieel op de werf nodig is.
- de toegankelijkheid van de werf (is er een losplaats?)
- de noodzakelijkheid van een tussenstockage.

Verschillende van deze factoren beïnvloeden elkaar. Het is daarom sterk aanbevolen al in de fase van het voorontwerp het advies van een fabrikant in te winnen.



De Colonel, Maastricht – arch. Kollhoff & Timmermann





Maasparc, Rotterdam Architectura (arch. T. Theodorescu), Rotterdam



Origin, Utrecht B+M architecten, Den Haag



Origin, Utrecht B+M architecten, Den Haag



Zwanenstede, 's Hertogenbosch Arch. C. Schrauwen, Amsterdam



Zwanenstede, 's Hertogenbosch Arch. C. Schrauwen, Amsterdam



Maasparc, Rotterdam Architectura (arch. T. Theodorescu), Rotterdam

Verwerking van architectonisch beton

2.1 Ter plaatse gestort dragend architectonisch beton

2.2 Geprefabriceerd dragend architectonisch beton

2.3 Geprefabriceerd niet-dragend architectonisch beton

2.4 Welke verwerkingsmethode kiezen?

2.5 Organisatie



2. Verwerking van architectonisch beton

Architectonisch beton kan ter plaatse (d.w.z. op de werf) gestort worden. Dat houdt dan wel in dat de aannemer ook de gevelbekleding en de afwerkingen ter plaatse zal moeten aanbrengen.

Om de verwerking te vergemakkelijken en om specifieke afwerkingen te kunnen realiseren, is het dikwijls beter (of zelfs absoluut noodzakelijk) om de elementen in de fabriek te prefabriceren en ze volledig afgewerkt naar de werf te brengen. Een belangrijke vraag die daarbij gesteld moet worden, is of de elementen een rol moeten spelen bij het dragen van de verticale lasten van het bouwwerk. De keuze van de plaatsingsmethode (traditioneel, sequentieel) is namelijk afhankelijk van het antwoord op die vraag en zal daardoor ook een gevoelige impact op de kosten hebben.

2.1 Ter plaatse gestort dragend architectonisch beton

Deze verwerkingsmethode maakt gebruik van bekistingen die vanaf het begin van de werf ter beschikking moeten zijn en laat de bouw toe van monolithische elementen met bijzonder grote afmetingen en met grote draagkracht: volumineuze stukken, structuren, muren, balken, platen en vloeren.

Voorname kenmerken van deze methode

- De methode laat toe om verschillende afwerkingen te realiseren. Ruw bekiste, gedeseactiveerde, gezandstraalde en behamerde afwerking komen het meest voor. Bepaalde afwerkingen, zoals polijsten, zijn moeilijker te verwezenlijken op een werf. Voor die afwerkingen kan prefabricatie economisch voordeliger liggen.
- Deze methode vereist een perfecte werforganisatie en een grondige voorstudie van het te gebruiken bekistinggereedschap: weerstand, afmetingen, positie van de wapening en uitsparingen, veiligheidsonderdelen.
- Voor een correcte uitvoering is het ook nodig de ontwerptekening nauwkeurig te bestuderen om de bekisting, de positie van de uitsparingen en de wapening te bepalen.
- Het verticaal storten van beton in hoge bekistingen en de moeilijkheid om de elementen correct te trillen, kunnen belangrijke oneffenheden aan het element veroorzaken (met gevolgen als kleurverschillen of ontbinding).
- In de werforganisatie moet rekening gehouden worden met de aanvoer van de materialen (de wapeningen, het beton enzovoort), de realisatietermijn, en met de weersomstandigheden die aanleiding kunnen geven tot productieproblemen (zoals vorst, regen of hitte).
- Het werk op de werf moet in alle veiligheid gebeuren. Dat betekent dat er voor iedere werf gekwalificeerd personeel nodig is (een ervaren werfleider en uitvoerend personeel dat meestal gevormd moet worden). Er moet een veiligheidsplan opgesteld worden dat oog heeft voor kwesties als de opvolging van de uitvoering en de afwerkingcontrole.

Meest voorkomende moeilijkheden

Kiezen voor het ter plaatse storten houdt in dat:

- het resultaat op de werf in één keer perfect is (er mogen geen fouten gemaakt worden)

- de uitkomst volledig onder controle is, zelfs als moeilijkheden (zoals weersomstandigheden) de zekerheid over een homogeen element negatief beïnvloeden
- het vorderen van de werken o.m. afhankelijk is van de middelen die door de onderneming ter beschikking gesteld worden (zoals bekistingmaterieel).

2.2 Geprefabriceerd dragend architectonisch beton

De constructie van prefabelementen moet altijd voorafgegaan worden door een ontwerpfase waarin de geometrische karakteristieken en de assemblage van elk van de elementen duidelijk bepaald wordt.

De prefabricatie maakt elk type gevelbekleding mogelijk: ruw bekist, gezandstraald of gedesactiveerd, behamerd, mat of glanzend gepolijst...

Deze methode vereist:

- een goede werfvoorbereiding. Immers: de architectonische betonelementen moeten vooraf exact gedefinieerd worden en ook van de voegen en verbindingen moet precies geweten zijn hoe ze overeenstemmen met de specificaties van het project
- een studie van het transport van de elementen op de werf
- dat de elementen geleverd worden op precieze data, vastgelegd in functie van de planning van de werf. Daarbij moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid dat een element (dat bijvoorbeeld de verkeerde afmetingen heeft) vervangen kan worden binnen een aanvaardbare termijn.

AZ Groeninge – arch. Baumschlagger & Eberle - Dragende gevel in architectonisch beton



Deze methode maakt het mogelijk om:

- meer controle te hebben over de fabricagekwaliteit. Gespecialiseerd personeel heeft op een industriële site nu eenmaal meer greep op alle productiemiddelen
- minder afhankelijk te zijn van de weersomstandigheden
- te kiezen uit een grote waaier van afwerkingmogelijkheden aan de hand van voorgelegde stalen
- prototypes te maken zodat men het uiteindelijke resultaat op voorhand kan beoordelen
- complexe vormen en afwerkingen te realiseren
- eventuele fouten in de productie en niet op de werf te herstellen

Detail dragende gevelelementen





Kolommen en balken in gepolijst architectonisch beton



Dragende buitengevel

- binnen bepaalde grenzen de leveringstermijn van de producten aan te passen aan de voortgang van de werf (zodat de totale realisatietermijn beter gecontroleerd kan worden)
- sneller te bouwen, op een vooraf bepaald tempo
- op voorhand in de fabriek de kwaliteit van de elementen te controleren.

Deze methode impliceert een nauwgezette realisatie van de voegen en verbindingen. Daarvoor is absoluut geschoold personeel nodig.

2.3 Geprefabriceerd niet-dragend architectonisch beton

De betonindustrie vervaardigt sinds enkele jaren een nieuwe generatie van niet-dragende prefabbetonproducten (zelfdragende, ondersteunde of zwevende elementen) die een sequentiële voortgang van de werf mogelijk maken. Deze methode zorgt voor meer flexibiliteit bij het uitvoeren van de werken:

- de onderneming en de fabrikant bespreken samen de planning en kunnen nadien los van elkaar elk hun eigen werkzaamheden uitvoeren
- de architectonische elementen worden aan het einde van de ruwbouw verwerkt, na de realisatie van de structuur, wat het risico van vervuiling van de gevelementen beperkt en bovendien een uiterst snelle verwerking mogelijk maakt.
- de verbindingen spelen een minder belangrijke rol in de waterdichting (de waterdichting wordt beter gespreid tussen geprefabriceerde en ter plaatse gestorte elementen).

De op deze wijze gerealiseerde niet-dragende architectonische betonstukken beschikken over dezelfde technische eigenschappen als de grootschalige gevelementen die mechanisch aan de structuur bevestigd worden en hetzij als gevelbekleding gebruikt worden hetzij als sierbekleding in het gebouw zelf. Ze kunnen ook bijzonder goed hun mannetje staan als extern aangebrachte isolatiesystemen die een uitermate groot thermisch comfort bieden. Op die manier gebruikt, kunnen ze ook gekoppeld worden aan gordijngelvels door beroep te doen op een nevenstructuur.

Andere niet-dragende geprefabriceerde producten worden eveneens als bekistingelement gebruikt. Ter plaatse gestort structuurbeton kan op die manier verbonden worden met geprefabriceerd bekledingsbeton – tegen een erg competitieve kostprijs.



Niet dragende sandwichpanelen
op een stalen structuur.

Niet dragende buitengevel op dragende betonnen wanden - Astra Garden gebouw te Zaventem

2.4 Welke verwerkingsmethode kiezen?

De keuze moet gemaakt worden op basis van criteria als de volgende:

- de technische eigenschappen en de performantie van het te realiseren bouwwerk
- de complexiteit en de kwaliteit van de delen aan de oppervlakte
- de termijnen
- het budget

Om technisch en economisch de beste keuze te maken, is een vergelijkende studie absoluut noodzakelijk. Daarbij moet rekening gehouden worden met allerlei beperkingen en met het gewenste resultaat.

In de meeste gevallen zal blijken dat prefabricatie competitiever en geschikter is. De prefabricatie laat inderdaad toe om een betere controle te krijgen op de kwaliteit van de afwerking met respect voor budget en uitvoeringstermijn.

2.5 Organisatie

Het succes van het gebruik van geprefabriceerde architecturale betonnen elementen vloeit voort uit een efficiënte samenwerking tussen de architect, de onderneming en de producent

Opeenvolging van taken en opsomming van de tussenkomende partijen	
Fases van het project	Studies en specifieke werken
Ontwerp	De architect kiest de buitenbekleding op basis van een collectie kleurstalen
Schetsplan	<ul style="list-style-type: none"> – Samen met de architect wordt een analyse uitgevoerd van de technische oplossingen die beantwoorden aan de specificaties van de markt: samenstelling van de elementen, keuze van de assemblages en van de verbindingen, keuze van het beton – Analyse van de organisatie van de bouwwerf: raming en leveringstijd – Voorstudie van de werktekening en technisch-economische evaluatie van constructieve oplossingen
Aanbesteding bij inschrijving	Inschrijving door de ruwbouwfirma (de firma vermeldt de naam van de producent die aangenomen werd)
Bekendmaking van de werken	<ul style="list-style-type: none"> – Controlestalen maken van de verschillende buitenbekledingen – Geldigverklaring van de architect – Bestelling van de elementen – De producent bestelt de materialen
Studiefase	<ul style="list-style-type: none"> – Correcte werktekeningen met de productiedetaillering (afmetingen, oppervlaktebehandeling, inlassingen, reserveringen, openingen) – Studiebureau maakt een studie van het gewapend beton om de wapening te berekenen – Maken van productiefiches en geldigverklaring van het projectontwerp en het toezicht op de uitvoering – Productie planning en leveringstijd
Realisatie	<ul style="list-style-type: none"> – Productie van de elementen – Controle van de kwaliteit – Transport naar de werf – Levering op de werf door het bedrijf dat de plaatsing verzorgt – Eventuele opslag en uitvoering door de producent volgens het definitieve plan

Nota

De prefabricatie is een bouwmethode die weinig afval op de bouwwerf met zich meebrengt. Dit uit zich in nettere bouwerven.



De Mouterij, Brugge - Arch. BUR0 II



Ecole d'architecture, Paris – arch. F. Borel & ass.



Postdamer Platz, Berlin – arch. Kollhoff



Res. Allegretto, Brussel – arch. buro D. Raspoet



Koninklijk Entrepot, Antwerpen – arch. ELD Partnership



Res. Le Breton, Oostende

Voornaamste types elementen in architectonisch beton

3.1 Bekledingspanelen

- 3.1.1 Volle panelen
- 3.1.2 Panelen voorzien van een laag ander materiaal dan sierbeton
- 3.1.3 Sandwichpanelen met doorlopende isolatie
- 3.1.4 Technische aanbevelingen

3.2 Structuurelementen

3.3 Balkonelementen

3.4 Dakrandelementen

3.5 Trappen

3.6 Kleine sierelementen in de gevel + balusters

3.7 Elementen voor de burgerlijke bouwkunde

3.8 Meubilair voor stadsbeeldverfraaiing



3. Voornaamste types elementen

3.1 Bekledingspanelen

Dit is de meest gebruikte familie architecturale elementen.

De panelen worden onderverdeeld in drie onderfamilies naargelang hun interne samenstelling:

- Volle panelen
- Panelen voorzien van een laag ander materiaal dan sierbeton
- Sandwichpanelen met doorlopende isolatie

Zij kunnen dragend, zelfdragend, gedragen of opgehangen worden.

Deze panelen kunnen de vorm aannemen van alle letters van het alfabet in overeenstemming met het plan van de buitenbekleding en de indeling ervan in samenstellende delen.

Dit versnijden, ook wel lay-out genoemd, volgt de skeletstructuur (O U C L) of, integendeel, wijkt ervan af, hetzij horizontaal (I T), verticaal (H) of in de twee richtingen tegelijkertijd (+).

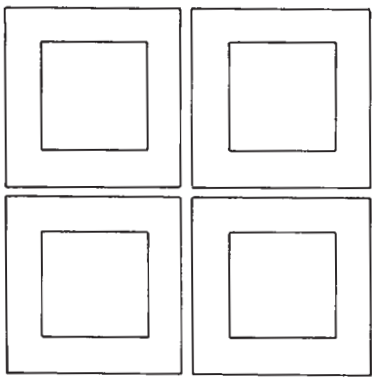
De lay-out is een uiterst belangrijke activiteit die heel wat factoren omhelst, onder andere de functie van het element en de verbindingen die hieruit voortkomen alsook de projectbesparingen.



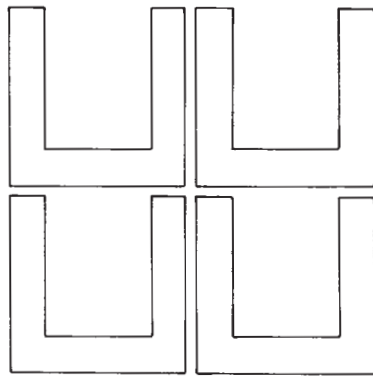
Sandwichelement met
luchtsponw met baksteen-
strippen voor de Europese
School te Ukkel



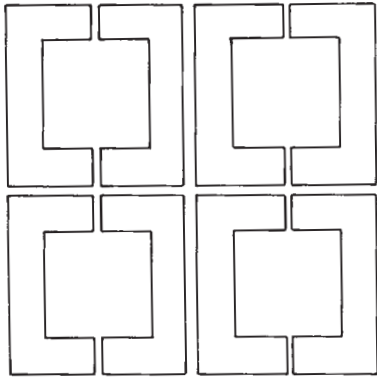
Virga Jesse, Hasselt
Arch.: De Gregorio &
Partners, Hasselt



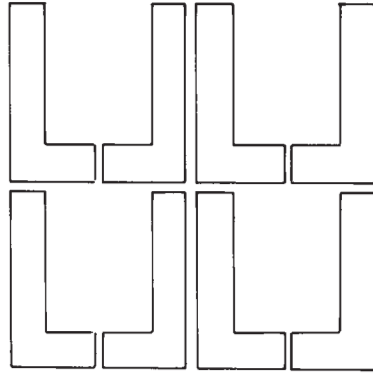
O-panels



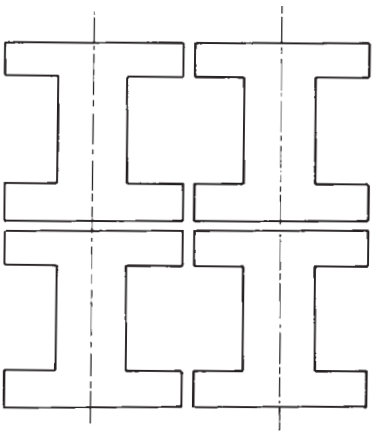
U-panels



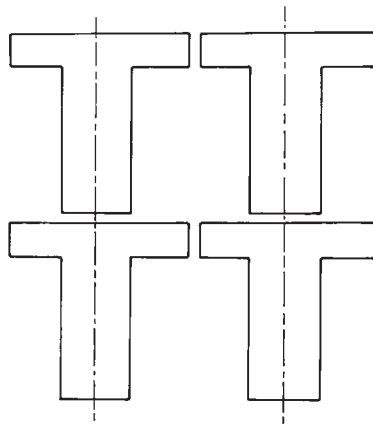
C-panels



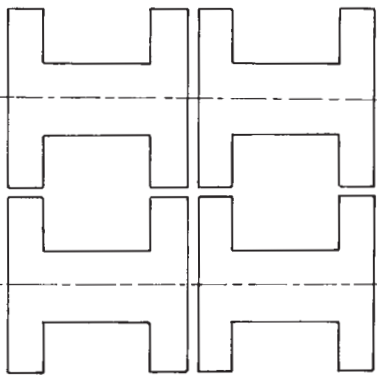
L-panels



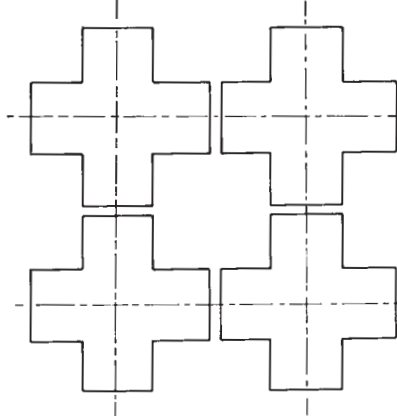
I-panels



T-panels



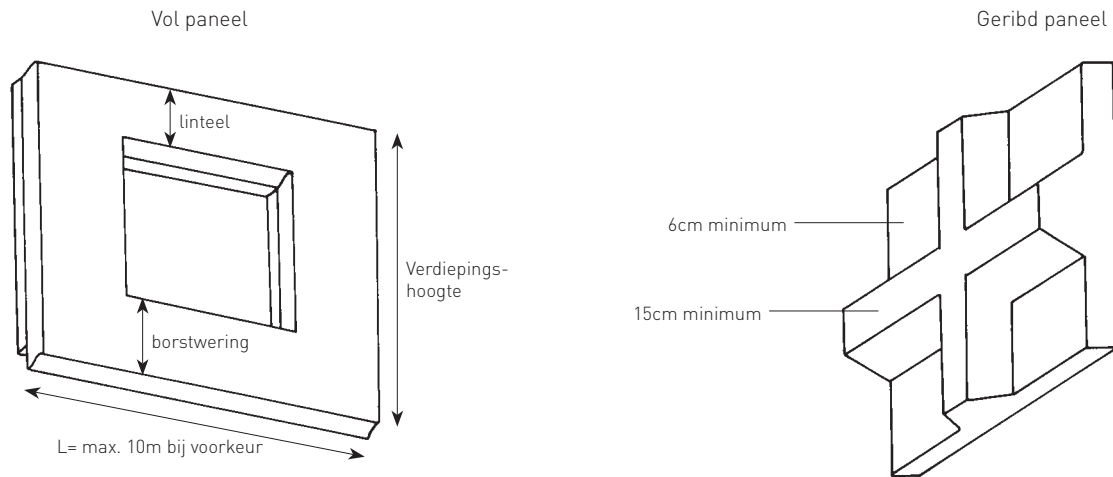
H-panels



+-panels

3.1.1 Volle panelen

De panelen kunnen vol of geribd zijn: de ribben zorgen voor een lichter element.



3.1.2 Panelen voorzien van een laag ander materiaal dan sierbeton

Het ander materiaal kunnen keramiektegels, baksteenstrippen, bakstenen of natuursteenstroken zijn.

Gezien het kleine formaat van de twee eerste elementen worden zij op de malbodem geplaatst en aan het structuurbeton gekleefd.

De grotere bakstenen of natuursteenstroken zijn echter aan relatief grote thermische bewegingen onderhevig. Derhalve worden zij d.m.v. metalen bevestigingen, zoals bijvoorbeeld deuvels, aan het structuurbeton vastgemaakt.

Panelen met inleg van bakstenen - De Colonel, Maastricht – arch. Kollhoff & Timmermann





Panelen met inleg van bakstenen



Panelen met inleg van baksteen

3.1.3 Sandwichpanelen met doorlopende isolatie

Sandwichpanelen in architectonisch beton combineren een zeer goede isolatiewaarde (U-waarde kleiner dan $0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$) met een hoge thermische capaciteit en zorgen voor een verlaagde energiebehoefte in zowel winter- als in zomerregime. Dit bovenop hun alomgekende esthetische, akoestische en constructieve eigenschappen. Sandwichpanelen in architectonisch beton worden nu al veelvuldig toegepast, maar hun gebruik zal om deze redenen in de nabije toekomst een enorme groei kennen.

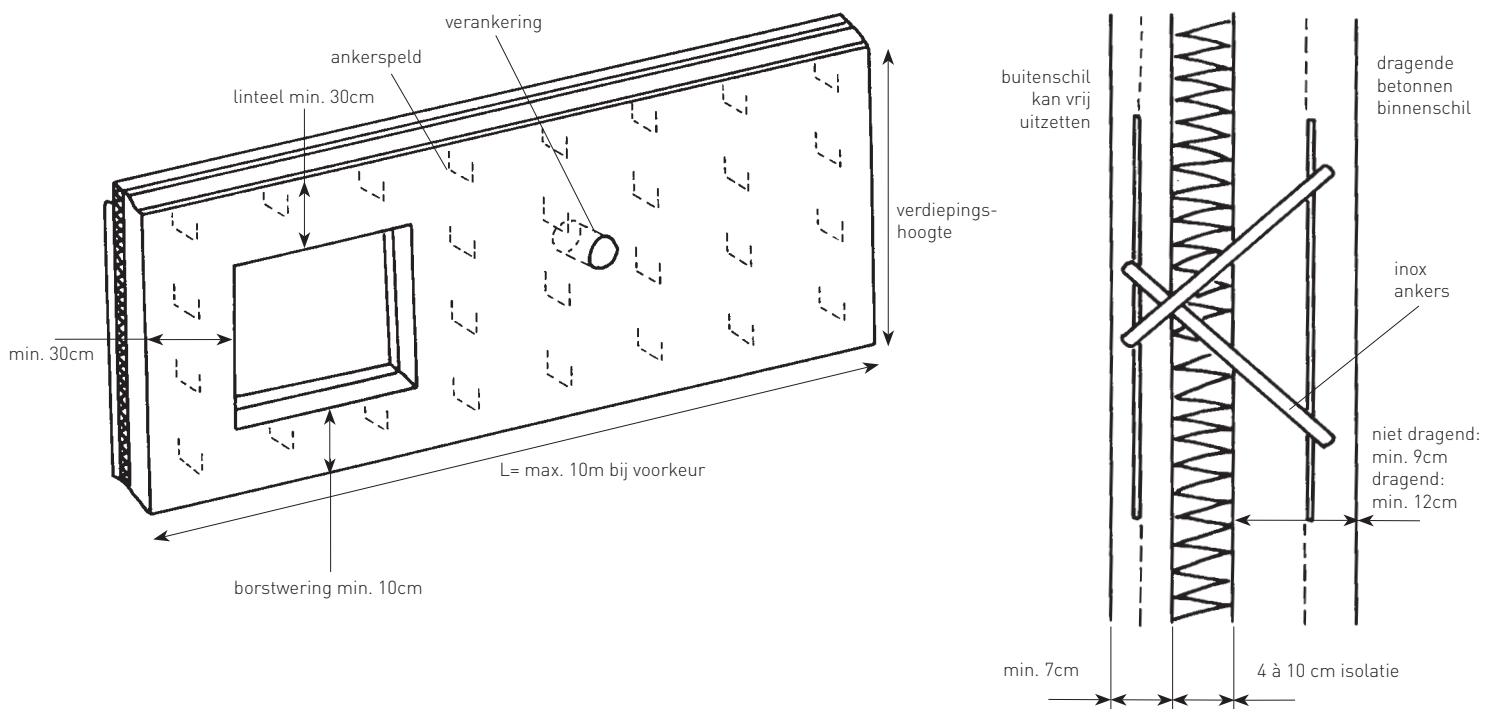
▪ Multifunctioneel

Sandwichpanelen zijn gelaagde elementen, bestaande uit een kernmateriaal met goede warmte-isolerende eigenschappen, met aan weerszijden een betonnen plaat. De buitenste laag (gevel) wordt in architectonisch beton uitgevoerd, met de gewenste kleur, vorm en textuur.

Sandwichpanelen zijn multifunctioneel. Niet alleen hebben zij een constructieve functie als dragend element, maar zij dragen ook bij tot de warmte-isolatie en de water- en luchtdichtheid van de gevel. Dankzij hun goede akoestische eigenschappen en hun thermische capaciteit dragen zij in belangrijke mate bij tot het verhoogde comfort in het gebouw. Dit alles boven op hun belangrijkste functie, bijdragen tot de esthetiek van het gebouw.



Globaal genomen worden betonnen sandwichpanelen vooral toegepast in bedrijfsgebouwen en kantoren waarbij de grote variatie in toepassingsmogelijkheden en vormen kenmerkend is, van de meest klassieke gevel met ornamenten tot de meest verbeeldingsvolle futuristische gebouwen. De enige begrenzing is de creativiteit van de architect die kan kiezen uit een breed gamma van kleuren, texturen, profileringen, vormen en dit alles met andere materialen kan combineren.



▪ voordelen

Betonnen sandwichpanelen met doorlopende isolatie zijn niet alleen zelfdragend, goed akoestisch isolerend en esthetisch van uitzicht; hun grote voordeel is dat zij zorgen voor een goede in het paneel geïntegreerde thermische isolatie. Het vrij uitzetbare buitenblad is zodanig bevestigd dat koudebruggen niet voorkomen, ook niet ter hoogte van de gevel – vloerverbindingen. Hierdoor zal, naast de goede isolerende eigenschappen van de elementen (U-waarde), ook het globale isolatiepeil van het gebouw (K-peil) goede waarden opleveren. Dit samen met de thermische inertie van het betonnen binnenblad leveren een belangrijke bijdrage tot de lage energiebehoefte (E-peil) van het gebouw.

▪ technisch bekeken

Het gebruik van sandwichpanelen wordt meestal beperkt tot vlakke elementen of elementen met een geringe kromming. De voegen van het buitenblad moeten de vrije uitzetting vrijwaren.

Het sandwichpaneel bestaat in de diepte uit:

– Buitenblad

Minimale dikte van 8 cm massieve beton met als afwerking glad, gestraald, gezuurd, gepolijst beton of beton met ingestorte tegels, baksteen, natuursteen,...

– Isolatie

Voor een goede isolatiewaarde wordt PIR toegepast, maar ook geëxpandeerd hard polystyreenschuim (brandvertragend), minerale wol (niet brandbaar) of PUR isolatie (brandvertragend) kunnen gebruikt worden.

– Binnenschil

Grijs beton, afwerking gerold
Minimale dikte: 12 cm

De verankering van de buitenschil naar de binnenschil gebeurt door een combinatie van sandwichankers en windankers

Maximale lengte van het paneel: 7 m

Maximale hoogte: Ongeveer de hoogte van een etage, met eventueel de mogelijkheid om er een borstwering aan toe te voegen.

▪ uitzonderlijk thermisch gedrag

– Isolatie

De warmtedoorgangscoefficiënt U van een wand is de hoeveelheid warmte die elke seconde per vierkante meter oppervlakte door een wand gaat bij een temperatuurverschil van 1 °C tussen de omgevingen aan beide zijden van die wand, in W/m^2K .

De warmtedoorgangscoefficiënt U van een homogene wand wordt berekend met volgende formule:

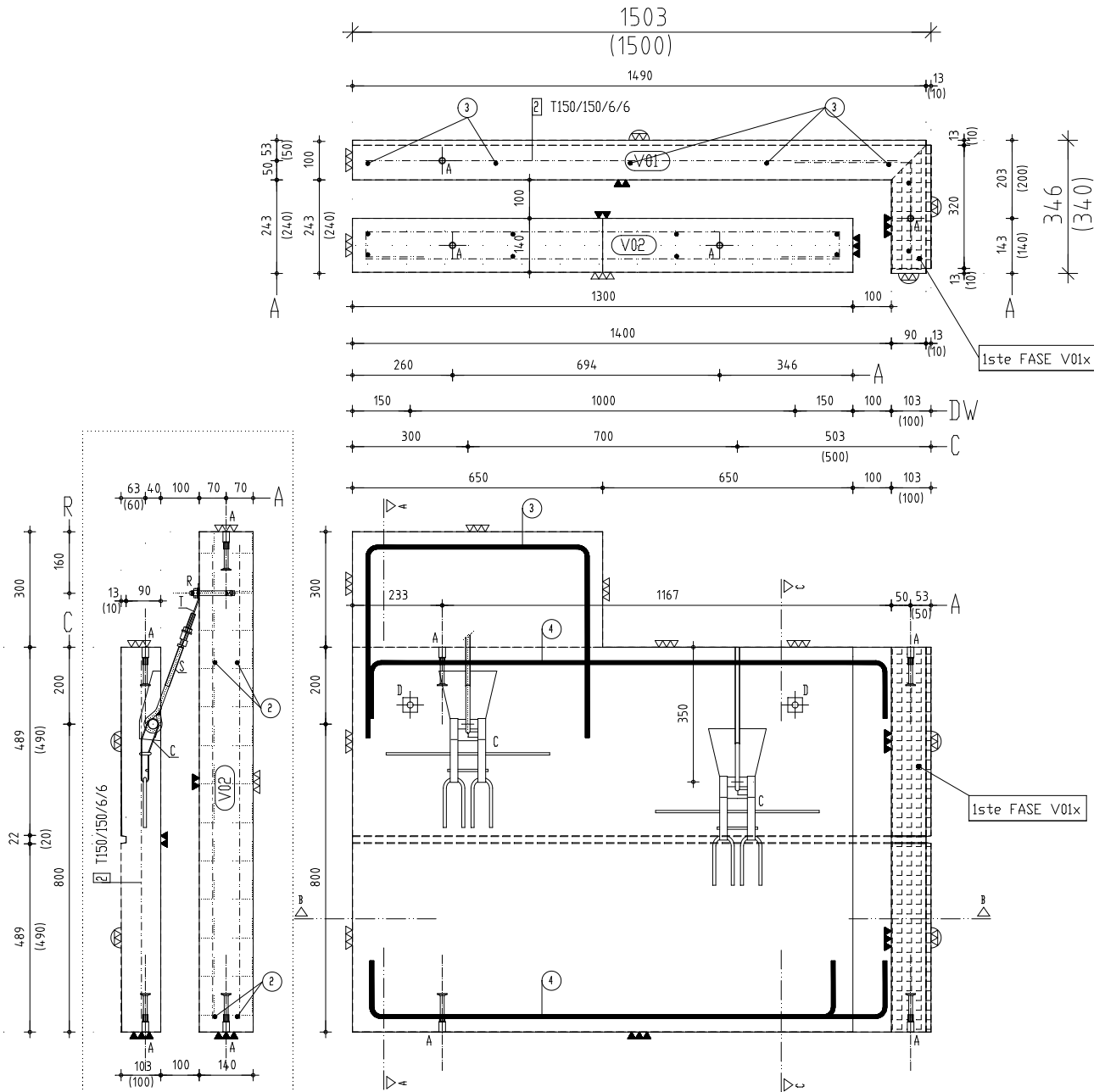
$$U = \frac{1}{R_T} \text{ in } W/m^2K$$

waarin:

R_T de totale warmteweerstand is van een wand (bestaande uit verschillende wanddelen) van omgeving tot omgeving in $m^2.K/W$.

De warmteweerstand R van een homogeen wanddeel wordt berekend als volgt:

$$R_T = \frac{d}{\lambda} \text{ in } m^2K/W$$



waarin:

d de dikte van het wanddeel

λ de warmtegeleidbaarheid van het beschouwde materiaal

De totale warmteweerstand R_T van een samengestelde wand is dan de som van warmteweerstand van elk homogeen wanddeel, bij een sandwichpaneel geeft dit bijvoorbeeld:

$$R_T = R_e + \frac{0,08}{2,2} + \frac{0,12}{0,025} + \frac{0,12}{1,7} + R_i$$

waarin:

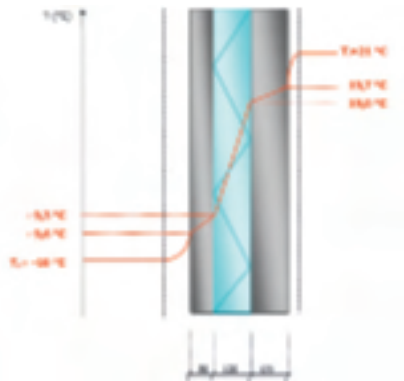
R_e de weerstand van het luchtlaagje dat vastgehouden wordt tegen het buitenoppervlak van de wand. Voor verticale wanden is $R_e = 0,043 \text{ m}^2\text{K/W}$

R_i de weerstand van het luchtlaagje dat vastgehouden wordt tegen het binnenoppervlak van de wand. Voor verticale wanden is $R_i = 0,125 \text{ m}^2\text{K/W}$

Voor een sandwichpaneel geeft dit een numerieke waarde van $R_p = 5,075 \text{ m}^2\text{K/W}$ (opmerking: de aftrekking van $0,1 \text{ m}^2\text{K/W}$ is hier niet gebeurd omdat een goede plaatsing van de isolatie gegarandeerd is en geen rekening gehouden moet worden met uitvoeringsfouten).

Dit geeft een warmtedoorgangscoefficiënt van $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Als we dit toepassen op een voorbeeld van een sandwichpaneel dat een kamer met een binnentemperatuur van 21°C en de omgeving met een buitentemperatuur van -10°C van elkaar scheidt, krijgen we volgende situatie:



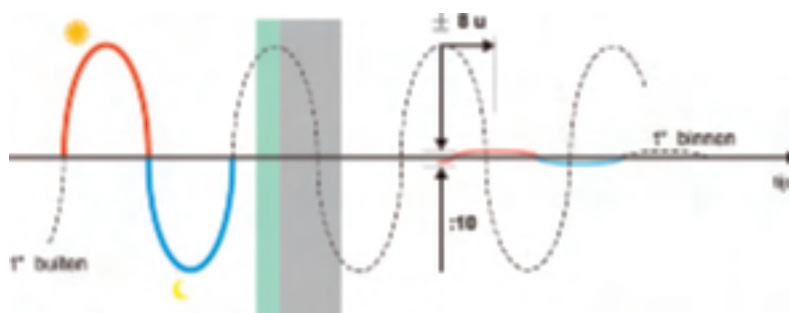
– Thermische inertie

Een tweede voordeel op thermisch vlak van een betonnen sandwichpaneel is de **thermische inertie** van het binnenblad: elk bouw materiaal absorbeert een zekere hoeveelheid warmte wanneer de omgevingstemperatuur toeneemt. De hoeveelheid warmte die door een materiaal geabsorbeerd wordt per m^2 en per graad temperatuurstijging, wordt thermische capaciteit genoemd. De thermische capaciteit B van een materiaal is evenredig met de massa. Derwijze kan men stellen dat een “zwaar” beton een goede thermische capaciteit zal hebben, en dus een grote hoeveelheid warmte kan opnemen. Een isolatiemateriaal heeft een zeer geringe massa en kan de warmte niet opslaan. Bij felle zonneshijn ontstaat dan het “caravaneffect” (waarbij het in de binnenruimte al heel snel ondraaglijk heet wordt).

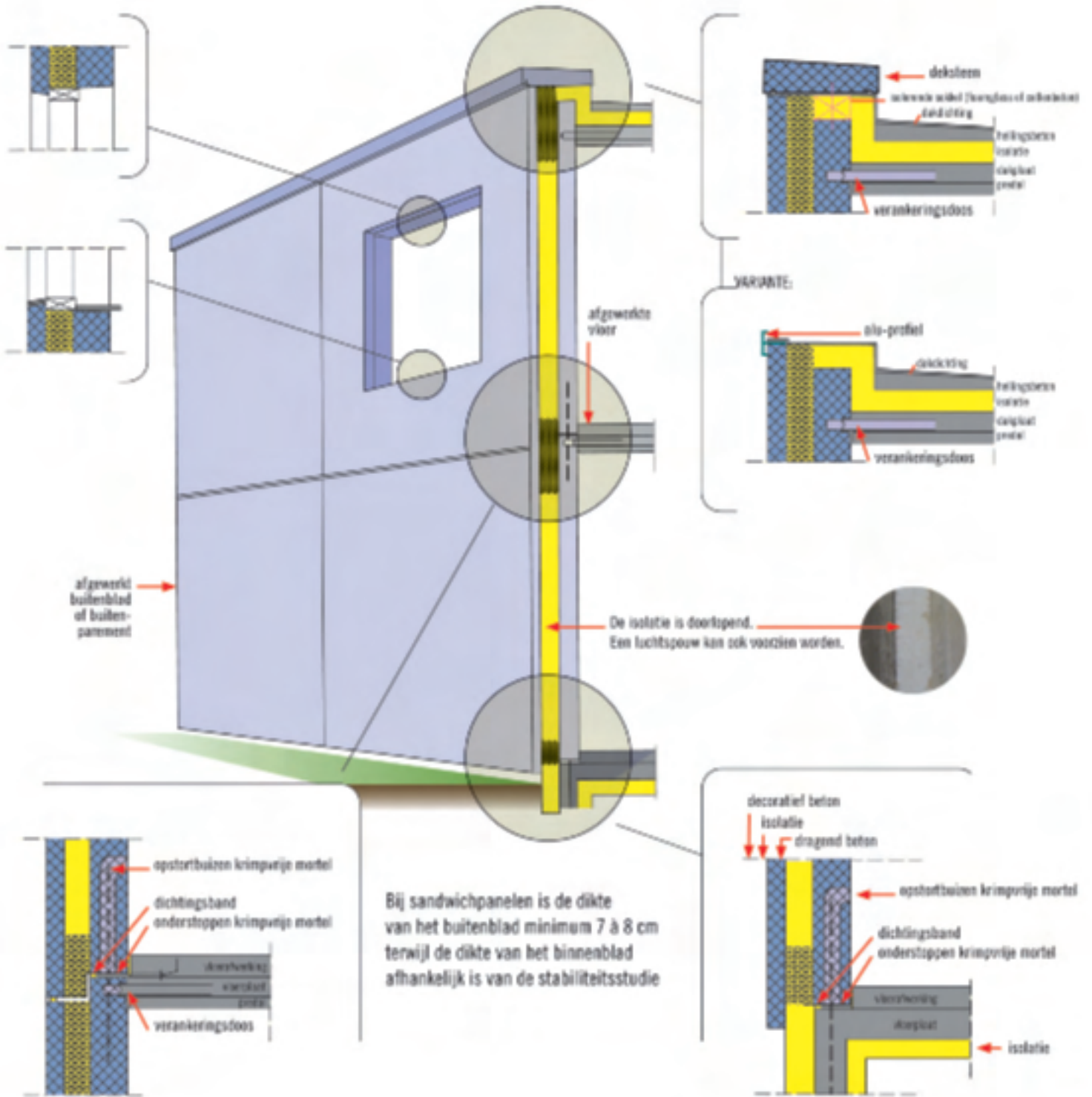
Deze capaciteit van het beton voor absorptie gaat zorgen voor wat men “thermische inertie” noemt. Het beton vlakkt de warmtepieken van de omgeving overdag af doordat het de warmte opneemt. Dit proces loopt tot het beton en de kamertemperatuur gelijk zijn. Op deze manier ontstaat er een soort vertragend effect. De warmte van buiten zal niet meteen naar binnen overgedragen worden, aangezien eerst het beton opgewarmd wordt. Dan pas zal de kamer verder opwarmen. Er ontstaat dus een faseverschuiving tussen de temperatuurscurves van de omgeving en de kamer. De toppen en dalen worden afgevlakt.

Als de thermische inertie hoger is, resulteert dat in een grotere faseverschuiving en thermische demping. Bij een grote faseverschuiving voelt men het effect van de hete middagzon pas rond de avond (zie onderstaande figuur).

Als de kamer afkoelt, ’s nachts, zal het beton deze warmte weer afgeven. Hoe meer het beton ’s nachts afkoelt, hoe meer warmte overdag opgenomen kan worden. Daarom is het zeer belangrijk het gebouw goed te ventileren ’s nachts tijdens het zomerregime. Als er voldoende warmteopslagcapaciteit is kan dit proces eeuwig doorlopen zonder extra energie input. De installatie van een energieverblindend aircosysteem is overbodig.



dragend sandwichelement

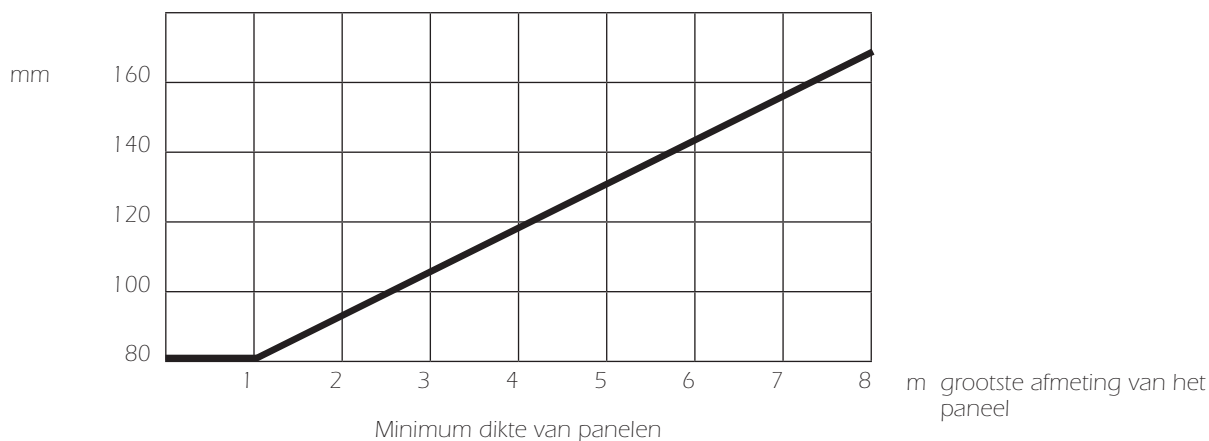


3.1.4 Technische aanbevelingen

a. Dikte van de panelen

Om scheuren en vervormingen tijdens de fabricatie te voorkomen moet voor betonpanelen een minimum dikte gerespecteerd worden. Het diagram van onderstaande figuur geeft aanbevelingen op het gebied van de minimum aan te houden betondikte van de panelen in functie van de grootste afmeting van het paneel. Het is echter aanbevolen in geen enkel geval onder de 80 mm te gaan.

Minimum betondikte



De grafiek is niet van toepassing op panelen die toegepast worden als verloren bekisting en ook niet voor sandwichelementen. De twee betonlagen van een sandwichpaneel werken immers als een gedeeltelijk composietpaneel, waardoor de stijfheid van het geheel aanzienlijk hoger is dan de afzonderlijke lagen.

De milieuklasse is een tweede bepalende factor voor de dikte van het paneel. De betondekking op de wapening moet voldoende zijn om de wapening tegen corrosie te beschermen. Voor een overzicht zie NBN EN 13369, NBN B21-600.

b. Grootste afmetingen

De maximum afmetingen van prefab betonpanelen worden bepaald door de mogelijkheden van de manipulatie, het transport en de montage. Hierbij speelt in de eerste plaats het gewicht een grote rol, waarbij de meest beperkende factor de hefkracht van de bouwkraan op de werf is. Het gewicht wordt in de regel beperkt tot 10 ton.

Op gebied van transport geldt als algemene regel dat één van de twee hoofdafmetingen van de elementen niet groter mag zijn dan 3,90 m.

Afwijkingen op deze afmetingen vereisen speciale oplossingen, zoals uitzonderlijk transport, speciale kranen, enz. en dienen daarom met de fabrikant besproken te worden.

c. Grootte van de dilatatievoegen

De voegopening is afhankelijk van de afmetingen van het element, de mogelijke dilataties onder invloed van temperatuur, vochtigheid en krimp, de optredende toleranties op de afmetingen van de elementen, zowel tijdens de fabricatie als tijdens de montage, eventuele differentiële zettingen en de keuze van kit.

Onderstaande tabel geeft een aanwijzing over de minimum theoretische voegbreedte, welke bij het ontwerp moet aangenomen worden in functie van de breedte van het element.

Breedte gevelement	Minimale nominale voegbreedte
1,80 m	12 mm
2,40 m	12 mm
3,60 m	14 mm
4,80 m	15 mm
6,00 m	16 mm

Uit esthetisch oogpunt verdient het nochtans aanbeveling de nominale voeg minstens 15 mm breed te nemen omdat in dit geval de breedteverschillen van de voeg, omwille van fabricatie- en montageafwijkingen minder opvallen.

3.2 Structuurelementen

Lineaire structuurelementen zoals kolommen, balken en borstweringselementen maken het skelet van de constructie uit. Doorgaans zijn deze elementen dragend en zorgen zij voor een esthetische meerwaarde.

Zij kunnen eveneens als bekistingselementen gebruikt worden voor de verwezenlijking van zeer esthetische en goedkope structuren.

Structuurelementen voor het gerechtsgebouw van Antwerpen



3.3 Balkonelementen

De geprefabriceerde balkonplaten zijn een rationele oplossing en zorgen voor een productievoordeel: de montage van balkonplaten is eenvoudig en kan snel uitgevoerd worden.

Doorgaans worden de balkonplaten horizontaal gebetonneerd. Naast een gladde bekistingsoppervlakte, zijn varianten mogelijk: gestraald, gewassen of gezuurd.

Balkons zijn overkragingsplaten die doorgaans met een thermische onderbreking (een isolatielaag van ongeveer 60 mm met een wapening in roestvrij staal) aan het gebouw verankerd worden. De balkonelementen worden op hun plaats gebracht en vervolgens aan de achterliggende vloerplaat gebetonneerd.

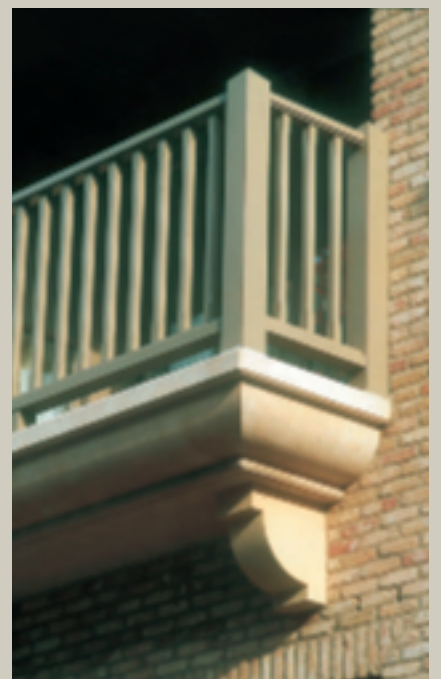
Op basis van hun profiel zijn er verschillende balkontypes:

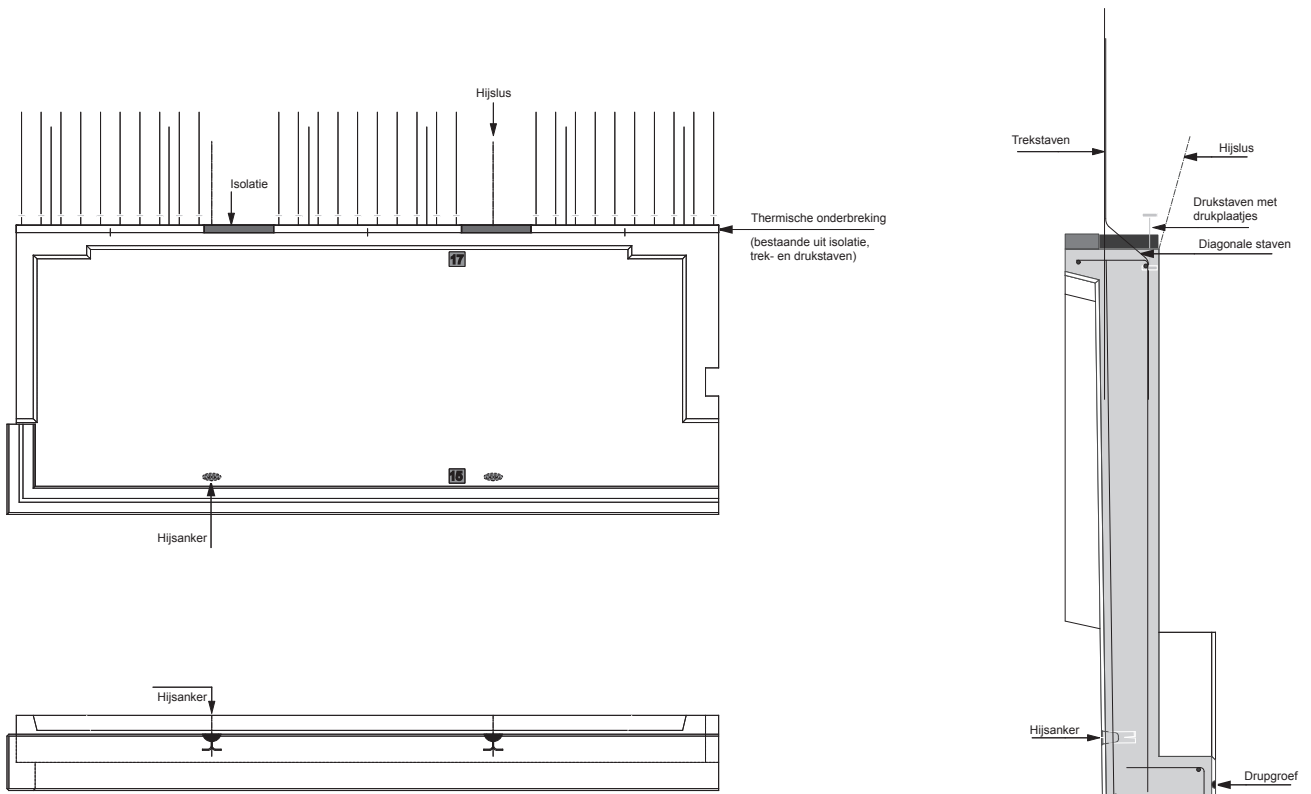
1. Balkon met opstand aan de raamkant, vrij afvloeien van het regenwater
2. Balkon met periferische opstand
3. Balkon met borstwering
4. Balkon met doorhangende lip
5. Balkon met een combinatie van bovenvermelde eigenschappen

De afwatering is het gevolg van een helling van 1,5 à 2 % vertrekkende van het gebouw. De meeste balkonplaten zijn aan de voorkant uitgerust met een geul waarlangs het water afvloeit via een goot of een kolk aangesloten op een regenwaterpijp.

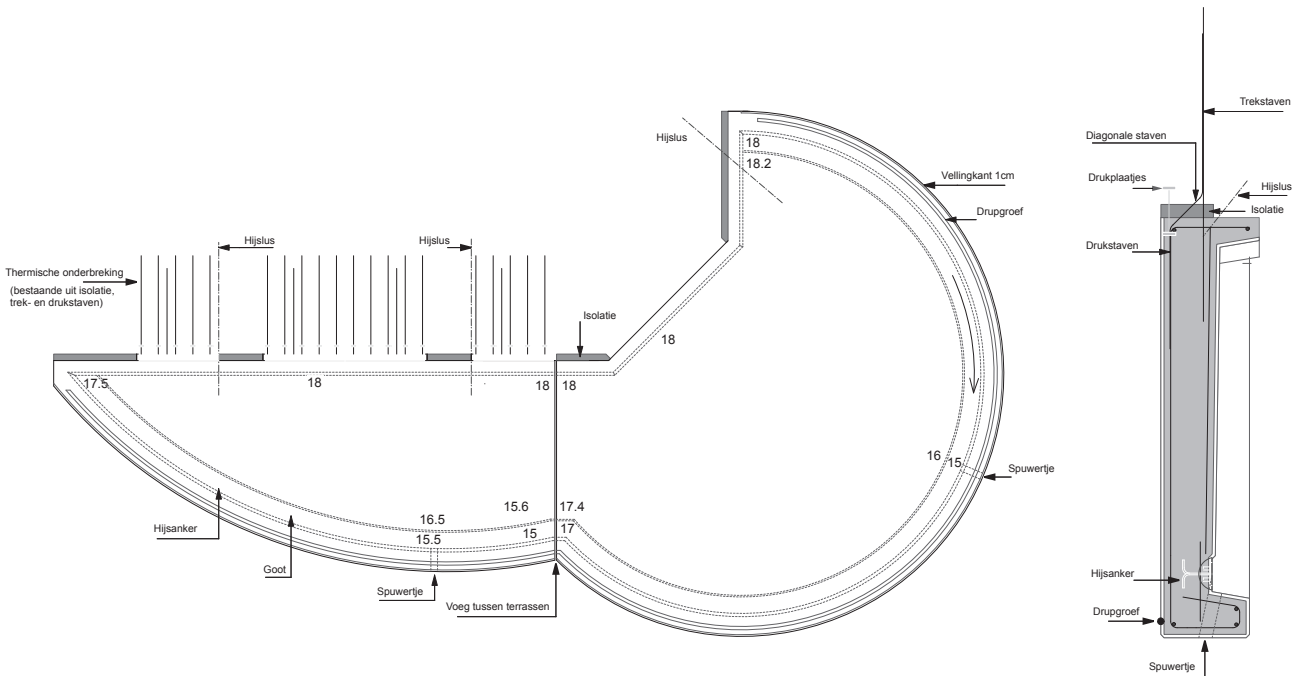
Er moet ook gedacht worden aan een waterlijst.







Recht balkon



Rond balkon



Justitiepaleis van Antwerpen



3.4 Dakrandelementen

De functie van dakrandelementen is gevelbedekking. Daarenboven vormen zij de verbinding tussen de gevel en het dak.

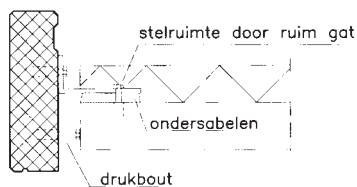
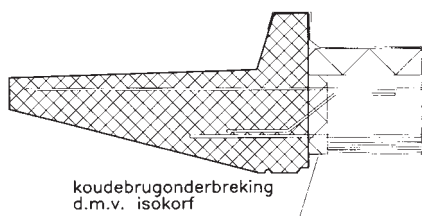
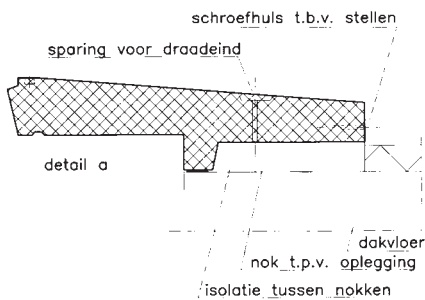
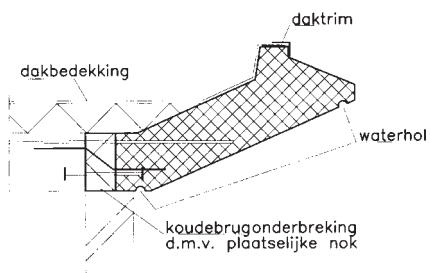
Ze worden ontworpen volgens dezelfde principes als diegene die gelden voor balkons. Wat verschilt, is hun gebruik.

Er bestaan dakrandelementen met opstand, met doorhangende lip of met een combinatie van beide. Het voorvlak kan voorzien worden met een profiel overeenkomstig de wensen van de architect.



Een moeilijke maar realiseerbare uitvoering is het dakrandelement met bochtprofiel en bocht in het bovenaanzicht.

De bevestiging aan de plaat of aan de balk wordt uitgevoerd d.m.v. een rechtstreekse verbinding of door verankering met koudebrugonderbreking.



montage tijdens de ruwbouw

montage na de ruwbouw



3.5 Trappen

Trappen die in een prefabfabriek worden gemaakt zijn kwalitatief en esthetisch beter dan op de werf gestorte trappen. Indien het gaat om een reeks gelijkaardige elementen, bieden prefabbrappen ook een economisch interessantere oplossing, waarbij de plaatser vooraf de exacte prijs kent. Dit alles resulteert ook in een kortere uitvoeringstermijn voor de aannemer.

Prefabbrappen kunnen zowel in gewoon grijs als in architectonisch beton gemaakt worden. Indien ze in gewoon grijs beton zijn geproduceerd, is het steeds mogelijk ze te voorzien van een bekleding.

Het is soms esthetisch zeer interessant om noodtrappen, trappen naar tuinen,... te laten aansluiten met prefabbrassen en ze te maken in dezelfde kleur en met dezelfde afwerking.

We kunnen 2 productiemethoden onderscheiden:

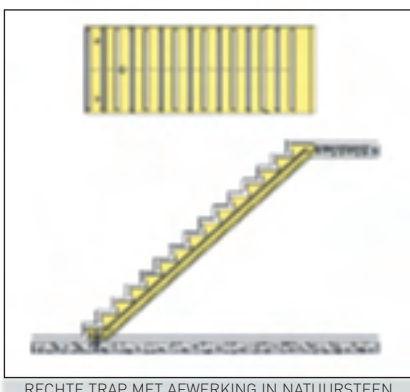
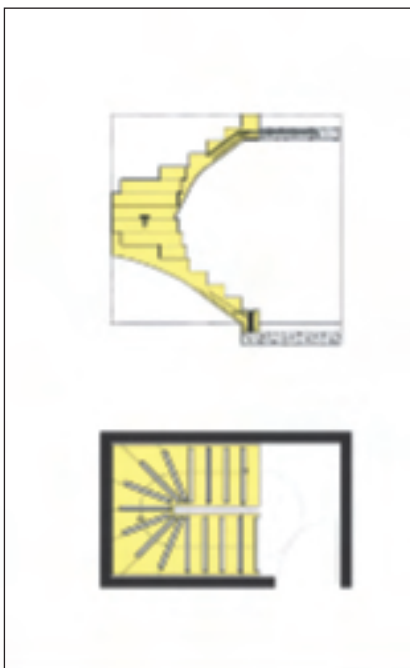
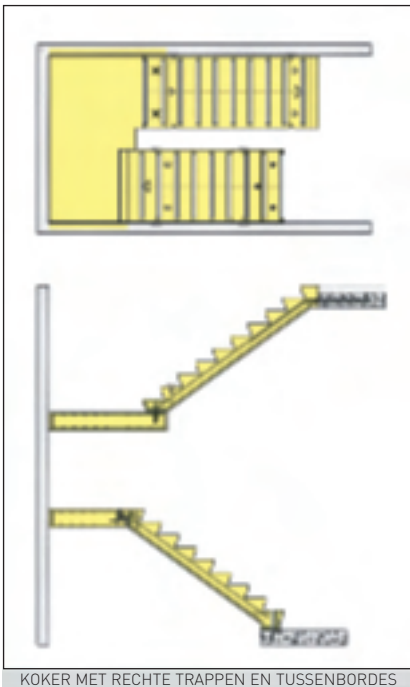
1. Trappen die als één geheel worden gemaakt. Eventueel kunnen zelfs de bordessen hieraan gestort worden. Er bestaan verschillende modellen: rechte trappen, 2/4 trappen, 3/4 trappen en zelfs helicoidale trappen. De trappen kunnen gemaakt worden met de gewenste breedte, optreden en aantreden en kunnen voorzien worden van een anti-slipprofiel.

2. Treden en trapbomen/ringen kunnen ook apart worden gemaakt en op de werf geassembleerd worden tot een trapgeheel.

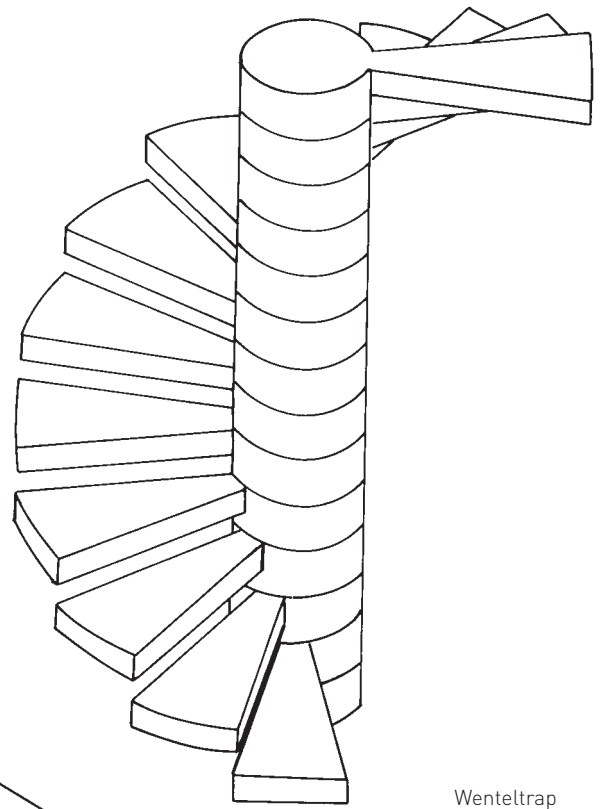
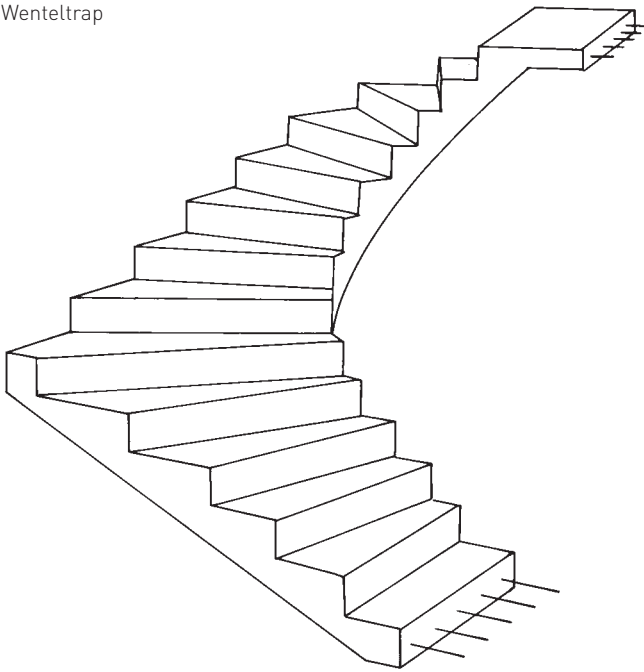
Indien gewenst kunnen verschillende types anti-slipprofielen worden ingestort. Zowel de profielen in de trapneus als in het loopvlak. De profielen kunnen gemaakt zijn uit rubber, inox, aluminium,... of ze kunnen gemaakt worden door een bepaalde zone van de trap uit te wassen of te zandstralen.

Verschiede types aansluitingen met de vloerplaat zijn mogelijk: tandopleg, verbinding met wachtstaaf en geribde buis, uitstekende wachtstaven,...

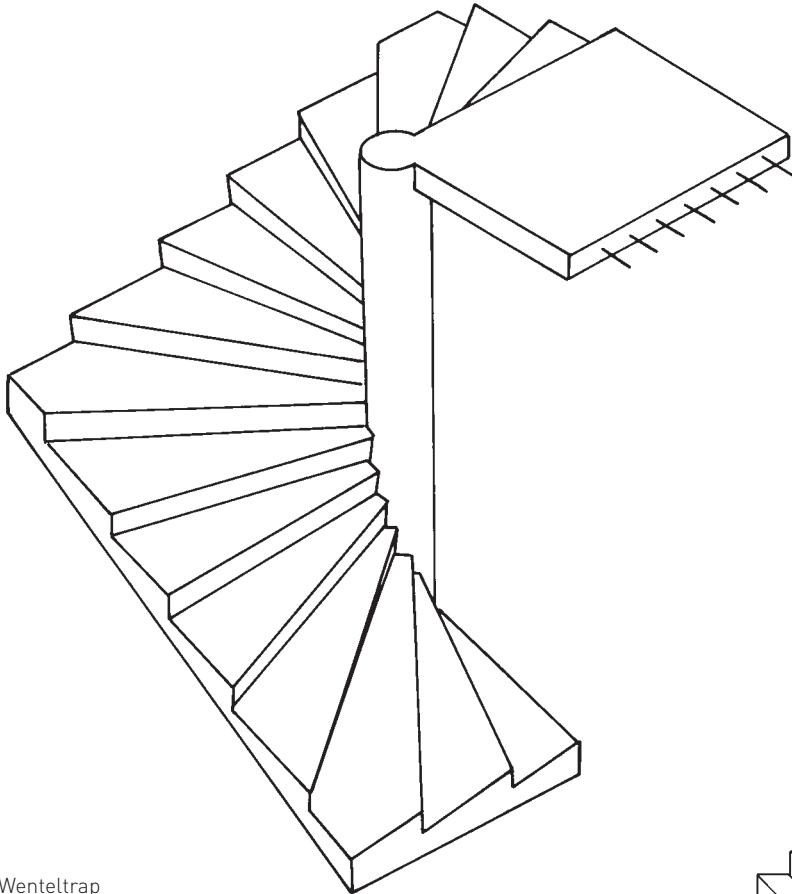
Het is steeds zeer belangrijk om te controleren of de trappen voldoen aan NBN S21-202 en aan de brandpreventienorm.



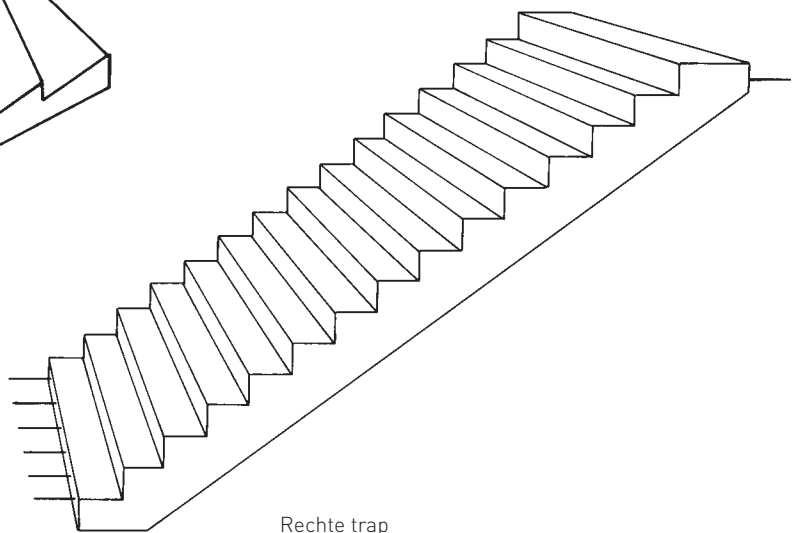
Wenteltrap



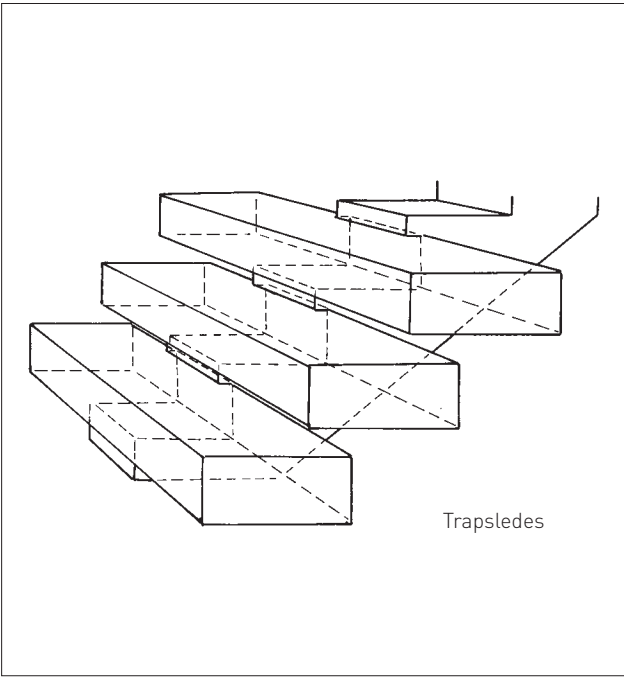
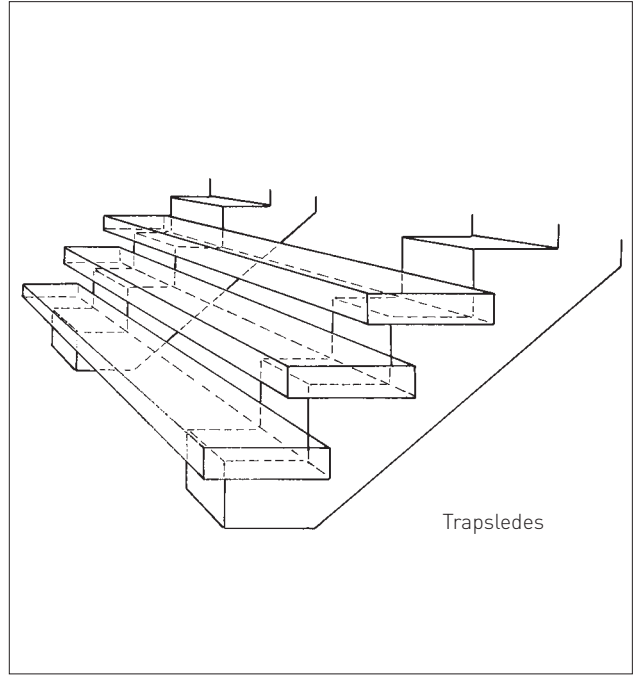
Wenteltrap



Wenteltrap



Rechte trap



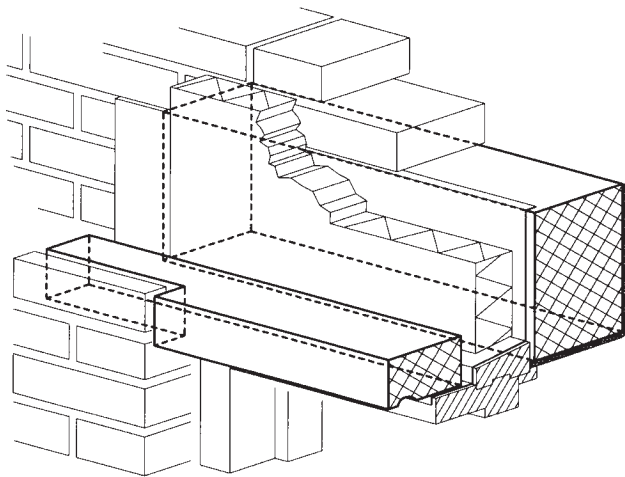
3.6 Kleine sierelementen in de gevel + balusters

Het gaat hier om eenvoudige sierelementen die de algemene vorm van de gevel vervolledigen: rijen, kantlijsten, gootlijsten, kroonlijsten, slabben, kraagstenen, middenstijlen, zuilengang, omlijsting van deuren en vensters.

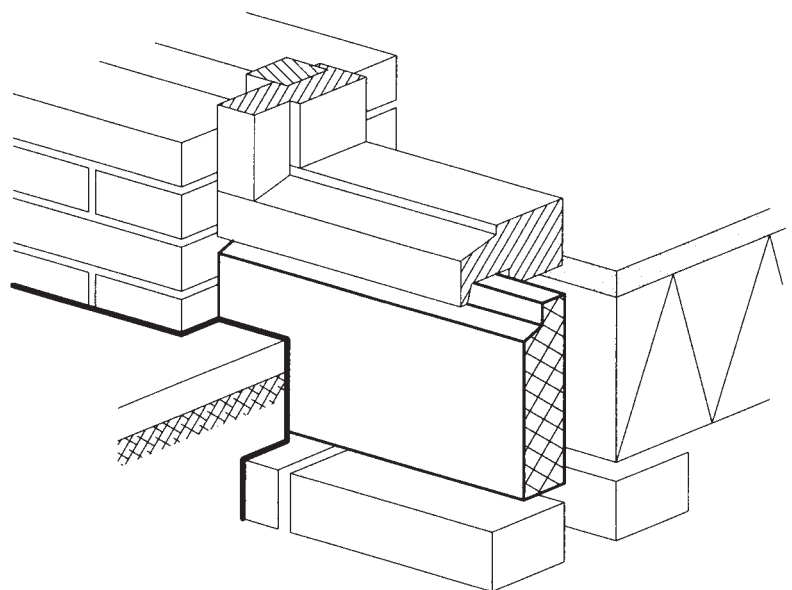
Naast hun esthetische functie, beschermen ze de gevel tegen de weersomstandigheden. Het gebruik van kantlijsten, slabben, kroonlijsten, gootlijsten, voorzien van waterlijsten voorkomt dat het regenwater over de gevel stroomt.

Deze elementen worden eveneens veelvuldig gebruikt voor de renovatie of vernieuwing van gebouwen.

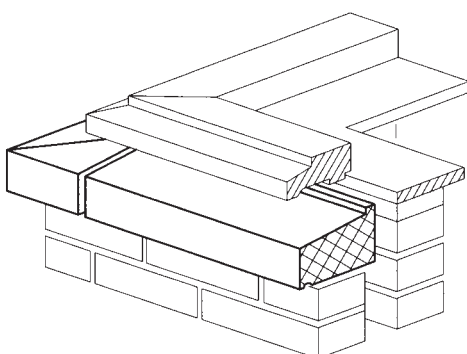
Voor de afwerking van deze elementen worden alle huidige technieken aangewend.



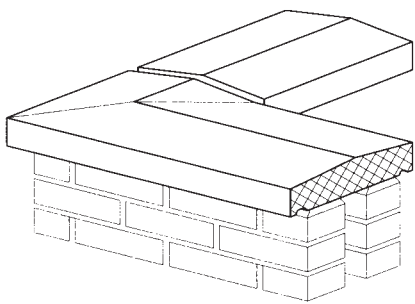
zelfdragende lateien



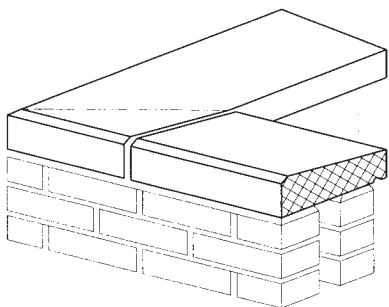
kantplank



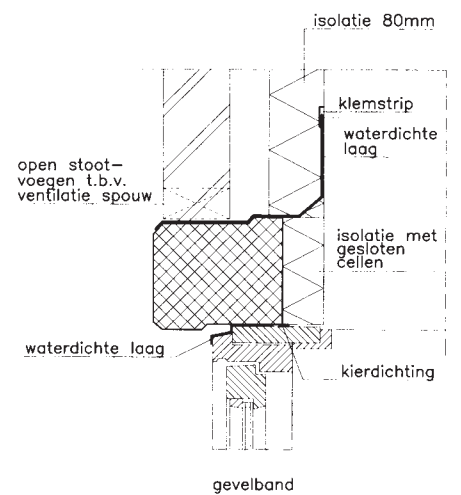
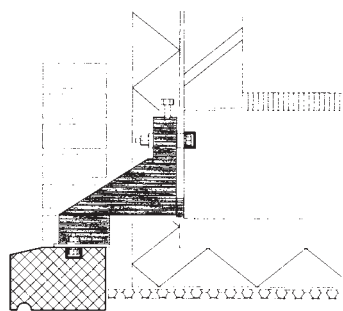
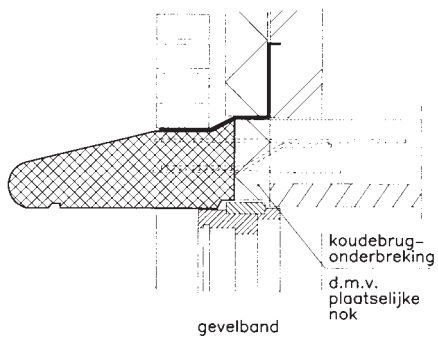
dorpel



afdekbandsysteem (hoekoplossing)



afdekbandsysteem (hoekoplossing)



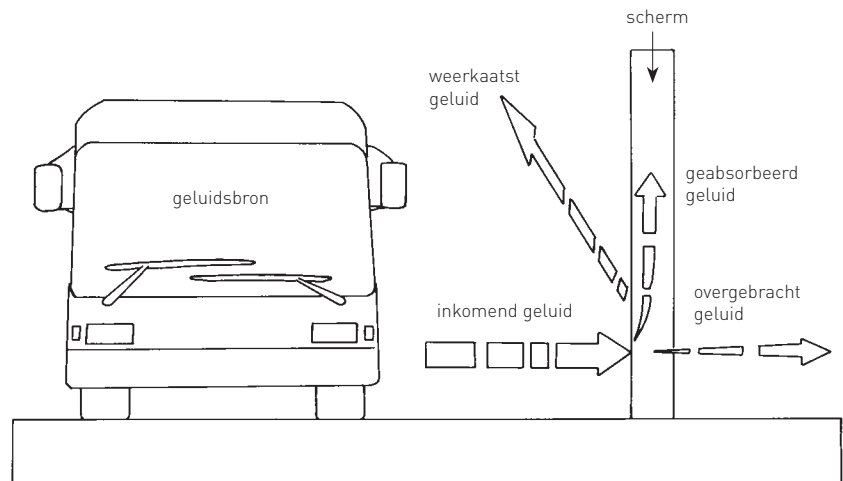


3.7 Elementen voor de burgerlijke bouwkunde

3.7.1 Geluidswanden

Een oplossing om de bevolking te beschermen tegen het geluid voortgebracht door de wegen- en spoorinfrastructuur, bestaat erin geluidswanden of geluidsschermen te plaatsen.

Hun rol is zowel het geluid dat het leefmilieu bereikt af te zwakken als het geluid dat weerkaatst wordt naar de bron te beperken.



Geluidswanden in architectonisch beton



De schermen kunnen lichtjes schuin geplaatst worden en zo de rol van keermuur vervullen.
De geluidswering wordt bewerkstelligd dankzij een absorberende geribde structuur. De plaatsing ervan is eenvoudig en kan gebeuren tijdens momenten van gering verkeer.
Het is dankzij de hoge volumieke massa van beton dat deze geluidswanden zo efficiënt zijn.

3.7.2 Kunstwerken

Er worden heel wat architecturale elementen gebruikt voor de afwerking van bruggen (borstwering, reling) of aangewend als bekistingwanden voor de vervaardiging van brug- of viaductpijlers, of ook voor keermuren.

Viaducten te Vaux-Sous-Chèvremont - Ontwerp van Tuc-Rail

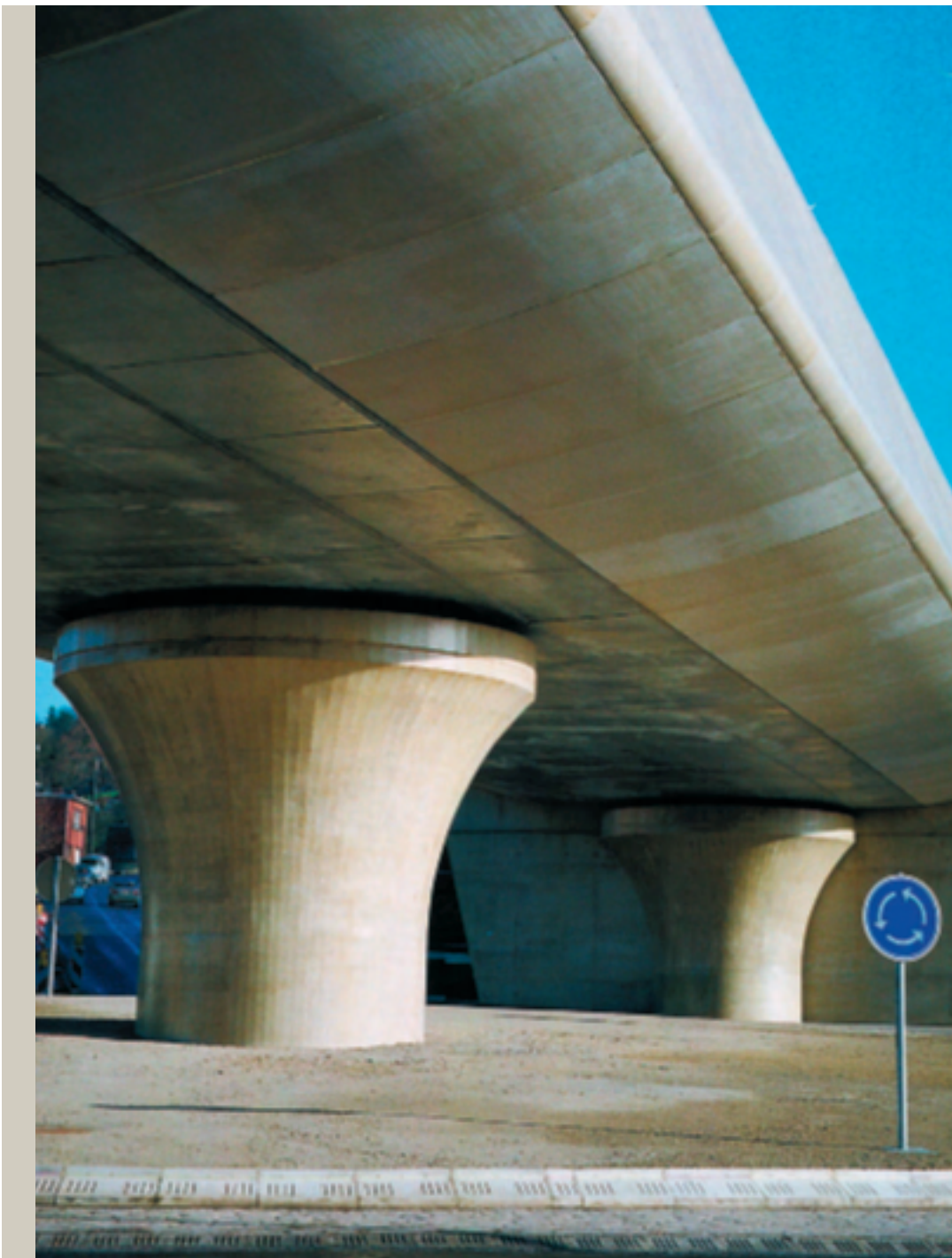


Foto boven: Amam tunnel - Antwerpen. Foto onder: Bruggen R4 - Wippegem

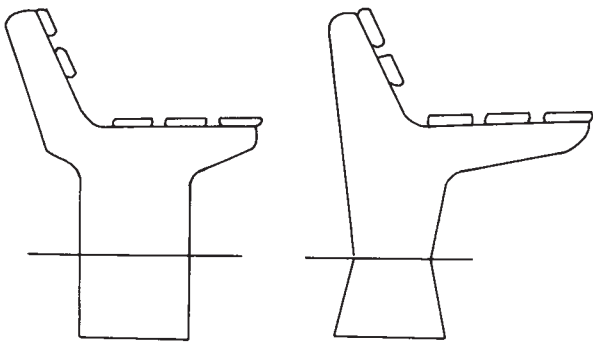
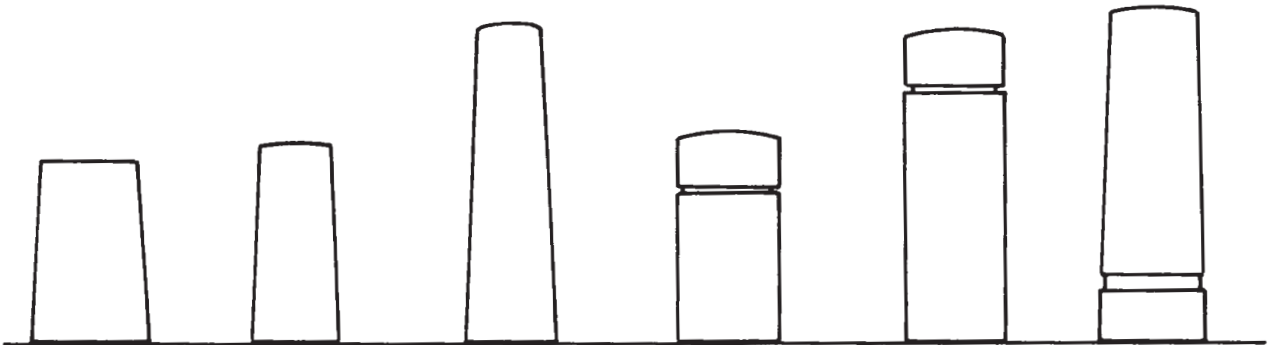


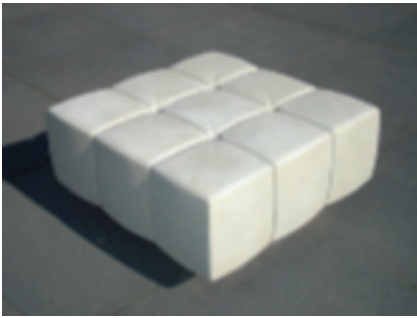
3.8 Meubilair voor stadsbeeldverfraaiing

De elementen uit deze familie zijn bijzonder uiteenlopend.

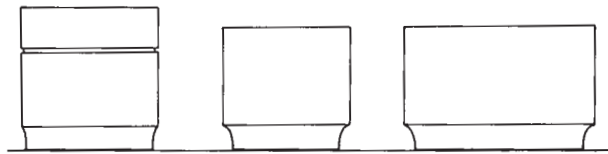
In het bijzonder, gaat het om bloembakken, sierpalen, banken, fontein, reclamezuilen, beeldhouwwerken, afvalhouders, tafels, etc.

Via het stadsmeubilair in architectonisch beton kan men zich in alle vrijheid uitdrukken: vervaardiging van onuitgegeven vormen, van oppervlakte- en afwerkingsaspecten.





Afvalhouders



Bloembakken





Kwaliteit, certificatie en BENOR

4.1 CE-markering

4.2 Kwaliteit

4.3 Certificatie

4.4 Productcertificatie als basis voor het BENOR-merk

4.5 Het BENOR conformiteitsmerk

4.6 Controle

4.7 Verwijzingen - Technische specificaties



Synagoge Dresden – arch. Wandel Hoefer Lorch, Saarbrück

4.1. CE - markering

Enige jaren geleden deed de CE-markering voor bouwproducten zijn intrede. Het doel van de CE-markering voor bouwproducten is niet zozeer de kwaliteit van de producten te attesteren, maar wel als paspoort te dienen voor het vrij verkeer van deze goederen. De CE-markering voor bouwproducten vloeit immers voort uit de toepassing van de Europese Bouwproductenrichtlijn (BPR), die een onderdeel vormt van het beleid van de Europese Unie –ook wel ‘Nieuwe Aanpak’ genoemd- om het vrije handelsverkeer in de Europese Economische Ruimte te bevorderen.

De CE-markering voor bouwproducten geeft aan dat de betreffende producten voldoen aan een aantal minimale eisen inzake 6 fundamentele voorschriften, waarvoor in de nationale wet- en regelgeving van de Lidstaat waar het product op de markt wordt gebracht grenswaarden worden opgelegd. Deze 6 fundamentele voorschriften zijn:

- mechanische sterkte en stabiliteit
- veiligheid bij brand
- hygiëne, gezondheid en milieu
- gebruiksveiligheid
- bescherming tegen lawaai
- energiebesparing en isolatie

De CE-markering voor bouwproducten gaat dan ook gepaard met de verklaring van de prestaties van de kenmerken die gerelateerd zijn aan deze 6 fundamentele voorschriften. Het vrij verkeer van bouwproducten die beschikken over dergelijke CE-markering en waarvan de verklaarde prestaties in overeenstemming zijn met de betreffende eisen uit de nationale wet- en regelgeving mag niet verhinderd worden.

De 6 fundamentele voorschriften worden voor een bepaald bouwproduct omgezet in specifieke eisen voor kenmerken die eigen zijn aan het betreffende product via zogenaamde geharmoniseerde technische specificaties. Voor betonproducten betreft het vrijwel zonder uitzondering geharmoniseerde Europese normen (hEN), die door CEN onder mandaat van de Europese Commissie worden opgesteld.

Elke geharmoniseerde Europese norm bevat een Bijlage ZA, waarin aangegeven wordt welke kenmerken van het product relevant zijn en wat de modaliteiten zijn voor het aanbrengen van de CE-markering. Voor heel wat bouwproducten zijn immers niet alle kenmerken die vermeld worden in de Europese norm in dat kader relevant. De kenmerken die wel verband houden met de fundamentele voorschriften worden doorgaans de geharmoniseerde kenmerken genoemd.

Volgens de BPR is de fabrikant zelf verantwoordelijk voor het attesteren van de overeenkomstigheid van zijn product en voor het verklaren van de prestaties van de geharmoniseerde kenmerken. De overeenkomstigheid wordt geattesteerd volgens 6 mogelijke attesteringssystemen, genummerd van 1+ tot 4. In functie van het attesteringssysteem is al dan niet de tussenkomst vereist van een onafhankelijke genotificeerde instelling die per attesteringssysteem een welomschreven taak heeft.

Voor de meeste betonnen prefabelementen werd door de Europese Commissie het attesteringssysteem 2+ vastgelegd. Enkel voor een beperkt aantal niet structurele producten, zoals niet-dragende wandelementen of kokerelementen is attesteringssysteem 4 van toepassing.

In het geval van attesteringssysteem 2+ mag de fabrikant de prestaties van de geharmoniseerde kenmerken van zijn product maar verklaren en de CE-markering slechts voeren indien hij beschikt over een EG-certificaat van de FPC, uitgereikt door een genotificeerde instelling. In het geval van attesteringssysteem 4 houdt de CE-markering in dat de fabrikant autonoom, zonder tussenkomst van een onafhankelijke partij, de prestaties van de geharmoniseerde kenmerken van zijn product verklaart. In geen van beide gevallen betreft het evenwel volwaardige productcertificatie. In het geval van het attesteringssysteem 4 vindt er zelfs geen enkele externe controle plaats.

Dit betekent dat de CE-markering geen enkele kwaliteitsgarantie geeft en dit was duidelijk ook niet de bedoeling van de wetgever.

Architectonisch beton op zich heeft tot op heden geen geharmoniseerde norm. Toch moeten heel wat elementen in architectonisch beton de CE-markering dragen, omdat voor het type element wel een norm beschikbaar is. Een balk in architectonisch beton zal bijvoorbeeld de CE-markering dragen omdat balken onder de geharmoniseerde norm van de lineaire elementen vallen. Bij de publicatie van deze gids, zijn geharmoniseerde normen beschikbaar voor de volgende producten:

NBN EN 13369 NBN B 21-600	Geprefabriceerde betonproducten
NBN EN 13225 NBN B 21-604	Geprefabriceerde betonproducten – Lijnvormige dragende elementen
NBN EN 13978-1	Geprefabriceerde betonproducten - Geprefabriceerde garages van gewapend beton
NBN EN 13693	Geprefabriceerde betonproducten - Bijzondere dakelementen
NBN EN 14843 NBN B 21-611	Geprefabriceerde betonproducten – Trappen
NBN EN 14992 NBN B 21-612	Geprefabriceerde betonproducten – Wandelementen
NBN EN 15050	Geprefabriceerde betonproducten – Brugelementen
NBN EN 15258	Geprefabriceerde betonproducten – Keermuurelementen

De brochure “CE-markering voor betonproducten” geeft meer informatie over dit onderwerp. Hij is te downloaden op de webstie van FEBE (<http://www.febe.be>) of een gedrukt exemplaar kan bij FEBE (mail@febe.be) aangevraagd worden.

4.2. Kwaliteit

De kwaliteitseisen waaraan een product in architectonisch beton moet beantwoorden worden gespecificeerd door de PTV 21-601. De norm bekijkt kwaliteit vanuit drie verschillende invalshoeken:

- esthetisch (aspecten en kleuren)
- dimensioneel (welke afwijkingen zijn aanvaardbaar op de afgesproken maten, hoe worden instortvoorzieningen geplaatst, waar hoort de wapening te zitten?)
- duurzaamheid (tot op welke hoogte kan duurzaamheid afhankelijk zijn van de dekking van de wapening, de betonkwaliteit, de waterabsorptie?)

Voor deze drie kwaliteitsaspecten zijn twee niveaus mogelijk. In het lastenboek kan gekozen worden in functie van de specifieke eisen van een bepaalde opdracht, uit het niveau 'industriële' elementen van sierbeton of 'architectonische' elementen van sierbeton. Deze laatste betreft de hoogste kwaliteitseisen voor sierbeton.

4.3. Certificatie

In België kunnen betonproducten aanspraak maken op een BENOR goedkeuring. Om het BENOR-merk te mogen dragen, moet het architectonisch beton beantwoorden aan de technische voorschriften van de PTV 21-601 'Geprefabriceerde architectonische en industriële elementen van sierbeton'.

In Nederland kunnen betonproducten een KOMO goedkeuring ambiëren. De normen NEN 5950 "Voorschriften Beton Technologie" en BRL 2813 'Bouwelementen van beton' gelden als richtlijnen voor de kwaliteit. Het hele productieproces wordt transparant in kaart gebracht en speciaal hiervoor opgeleide mensen controleren systematisch alle fasen van de productie.

Voor Frankrijk bestaat het 'Qualif-IB Eléments architecturaux en béton fabriqués en usine', en voor Duitsland de 'Baustoffüberwachung'.





4.4. Productcertificatie als basis voor het BENOR-merk

Als een producent de toelating krijgt om voor zijn product of systeem het BENOR-merk te voeren, spreken we over productcertificatie. Het merk houdt voor de klanten van de producent een dubbele garantie in. Aan de ene kant garandeert de producent dat hij een permanente controle uitvoert op de overeenstemming van zijn product met de technische specificaties – we spreken in het vakjargon over ‘industriële zelfcontrole’. Daarnaast garandeert een certificatie-instelling dat ze externe controles uitvoert en op basis van die controles kan bevestigen dat de door de producent verstrekte ‘verklaring van overeenstemming’ voldoende betrouwbaar is.

4.5. Het BENOR conformiteitsmerk

Strikt genomen draait het bij ‘productcertificatie’ dus om een machtiging, waarbij twee partijen betrokken zijn, namelijk de producent (de machtiging- of certificatiehouder) die de machtiging verkrijgt, en een derde (onafhankelijke) partij, de certificatie-instelling, die de machtiging verleent.

De uitreiking van een BENOR-certificaat maakt duidelijk zichtbaar dat een producent de machtiging om het BENOR-merk te voeren gekregen heeft. Voor het verlenen van de machtiging gaat de certificatie-instelling niet over één nacht ijs. In de praktijk wordt de machtiging pas verleend:

- nadat tussen de certificatie-instelling en de producent een overeenkomst werd afgesloten waarin deze laatste zich er o.a. toe verbindt de overeenstemming van zijn product permanent te garanderen en daartoe een industriële zelfcontrole zal uitvoeren volgens vooraf afgesproken regels
- na een onderzoeksperiode waarin zowel interne en externe controles voldoening geven.

4.6. Controle

Voor de meeste producten slaan de garanties van het BENOR-merk niet alleen op het eindproduct. Ook de grondstoffen en de fabricage vormen doorgaans het voorwerp van de zelfcontrole waartoe een fabrikant van bouwmaterialen door de BENOR-reglementering verplicht is. Steeds vaker omvat de zelfcontrole elementen van de kwaliteitsgarantienorm NBN EN-ISO 9000.

Om de geldigheid en betrouwbaarheid van de zelfcontrole na te gaan, zal de certificatie-instelling periodiek ook externe controles uitvoeren. Tijdens zulke externe controles worden ook stalen genomen waarmee een door de Federale Overheidsdienst erkend controlelaboratorium controleproeven op het product kan uitvoeren. Sommige certificatie-instellingen voeren de externe controles en de controleproeven zelf uit, andere kennen deze opdrachten toe aan keuringsinstellingen (controleorganismen).



Omdat de controles in het kader van het BENOR-merk een permanent karakter hebben en omdat de controleresultaten statistisch geïnterpreteerd worden, mogen we de keuringen betrouwbaarder noemen dan de afzonderlijke keuring van een partij.

Voor alle duidelijkheid: een BENOR-productcertificaat is geen ISO 9000 – certificaat. Het ISO9000-certificaat verwijst alleen naar het kwaliteitsgarantiesysteem van de producent. Het bevestigt enkel dat de producent zich heeft georganiseerd om volgens de specificaties van de normenreeks NBN EN ISO 9000 en volgens de daartoe uitgewerkte en toegepaste interne procedures te werken.

Uiteraard zijn er belangrijke raakpunten tussen de systeemcertificatie (ISO) en de productcertificatie (BENOR). Een producent die zijn zelfcontrole in het kader van het BENOR-merk behoorlijk wil uitvoeren, zal zich ook behoorlijk moeten organiseren volgens goed omschreven interne procedures. Maar om er zeker van te zijn dat de eindproducten voldoende beantwoorden aan de technische specificaties, zal de inhoud van de zelfcontrole in het kader van de conformiteitsmerken extern of in afspraak met de certificatie-instellingen vastgelegd worden. Binnen een systeemcertificatie daarentegen legt de producent zijn kwaliteitsdoelstellingen en de inhoud van zijn zelfcontrole zelf vast.

4.7. Verwijzingen – Technische specificaties

NBN EN 45011:1998 – Algemene eisen voor instellingen die productcertificatie-systemen uitvoeren (ISO/IEC Guide 65:1996)

NBN EN ISO 9000:2005 – Kwaliteitsmanagementsystemen – Grondbeginselen en verklarende woordenlijst

NBN EN ISO 9001:2008 – Kwaliteitsmanagementsystemen – Eisen (ISO 9001:2000)

NBN EN ISO 9004:2009 – Kwaliteitsmanagementsystemen – Richtlijnen voor prestatieverbetering



PROBETON Vereniging zonder winstoogmerk **BENOR**

beheersorganisme voor de controle van de betonproducten

Aarlenstraat 53 - B9
B-1040 Brussel

Tel. (02) 237.60.20
Fax (02) 735.63.56

e-mail : mail@probeton.be
website : www.probeton.be

TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN	FTV	21-601
	Uitgave 2	2001

T 00/1795 N
2000.11.24
C6: 2001.09.24-Mod.

GEPREFABRICEERDE ARCHITECTONISCHE EN INDUSTRIELE ELEMENTEN VAN SIERBETON

Gevalideerd en geregistreerd door
het Belgisch Instituut voor Normalisatie op 2002.02.14

Geregistreerd door het Ministerie van Verkeer en Infrastructuur
(Wet van 1984.12.28 - Art. 3) op 2002.02.25 onder het nr. Vici/Q/215

© PROBETON - 2001

Prijsgroep: 13



Fragine, Deerlijk - Arch.: BUR0 II, Roeselare



I.E.G., Mouscron - Arch.: P. Desneulin, Mouscron



Les Grands Prés, Mons - Arch.: Atelier d'Art Urbain, Bruxelles
Foto: Y. Glavie

Duurzaamheid en onderhoud

5.1 Inleiding

- 5.1.1 Algemeen
- 5.1.2 Bewerkingen
- 5.1.3 Oppervlaktebeschermssystemen
- 5.1.4 Vulstoffen
- 5.1.5 Fotokatalytisch beton
- 5.1.6 Reinigingsmogelijkheden

5.2 Verschijningsvormen van architectonisch beton

- 5.2.1 Architectonisch beton type I – onbewerkt, glad
- 5.2.2 Architectonisch type II – onbewerkt, met structuur
- 5.2.3 Architectonisch beton, type III – bewerkt
- 5.2.4 Beton met inwerking van andere materialen

5.3 Vervuiling van architectonisch beton oppervlakken

- 5.3.1 Inleiding
- 5.3.2 Kalkuitslag
- 5.3.3 Biologische aangroei
- 5.3.4 Vervuiling
- 5.3.5 Gevelafhankelijke invloedsfactoren
- 5.3.6 Vervuiling door graffiti



5.1 INLEIDING

5.1.1 Algemeen

De duurzaamheid van architectonisch beton is in de eerste plaats afhankelijk van de oppervlakteporositeit. Maatregelen die duurzaam architectonisch beton moeten opleveren, mikken daarom allemaal op de vermindering van die oppervlakteporositeit.

Naast de oppervlakteporositeit wordt de duurzaamheid ook sterk beïnvloed door de omgeving waarin de elementen terechtkomen. Is het op een verkeersvrije plaats, is er veel groen (struiken en bomen) in de buurt, hoogbouw of laagbouw, ... al deze zaken spelen ook een rol.

5.1.2 Bewerkingen

Een zeer glad oppervlak beperkt de vuilaanhechting. Om een dergelijk oppervlak te verkrijgen, kan men het beton slijpen, polijsten en politoeren. De duurzaamheid wordt mede bepaald door de keuze van het grove toeslagmateriaal. De cementsteen vormt hier de zwakke schakel omdat hij poreuzer is dan het toeslagmateriaal.

5.1.3 Oppervlaktebeschermssystemen

Volledig afgesloten, gedeeltelijk afgesloten en door-en-door impregneren
Polymeer geïmpregneerd beton (PIC) is in vergelijking tot gewoon beton uitermate sterk en heeft bijzonder grote duurzaamheidseigenschappen. Als duurzaamheid belangrijker is dan sterkte winst, is het voldoende om een relatief dunne schil (een halve tot één centimeter) aan de buitenzijde van het beton te impregneren en te polymeriseren. Een slechte balans tussen kosten en baten staat commerciële toepassing op grote schaal in de weg.

Hydrofoberen

Van siliconen afgeleide hydrofobeermiddelen zijn onder normale omstandigheden goed voor een duurzaamheid van circa 10 jaar. Andere middelen hebben een kortere duurzaamheid.

Coaten

De verschillende coatingproducten leveren zeer uiteenlopende prestaties. Op basis van de specifieke samenstelling is er ook een aanzienlijk verschil in coatingtechnische eigenschappen. De technische levensduur voor coatingsystemen lopen van 5 jaar tot 15 jaar.

Antibekladdingsystemen (= anti-graffiti).

Het bekladden van gevels met verf is vooral in steden een veel voorkomend fenomeen. Voorkomen is beter dan genezen, daarom is het aan te bevelen een antibekladdingsysteem op de elementen in architectonisch beton aan te brengen.

De verschillende antibekladdingsystemen leveren zeer verschillende prestaties. We maken een onderscheid tussen 3 systemen:

- Zelfopofferende: deze verdwijnt bij het verwijderen van de graffiti en moet bijgevolg na het reinigen opnieuw aangebracht worden.
- semi-permanente: combinatie van een grondering en een opofferende laag. Deze laatste verdwijnt bij het verwijderen van de graffiti en moet dus na reiniging plaatselijk of in zijn geheel opnieuw aangebracht worden.
- permanente: volledig gesloten lagen, die niet door reinigingsproducten aangetast worden en na het verwijderen van de graffiti hun functie nog kunnen vervullen.

De keuze uit de bestaande antibekladdingsystemen is zeer ruim. De fabrikant van architectonisch beton zal, gebaseerd op zijn ervaring, adviseren om de juiste keuze te maken.

5.1.4 Vulstoffen

Vulstoffen zijn (doorgaans) bedoeld om de dichtheid van het beton te verhogen door de holten tussen de fijnere korrels op te vullen. Puzzolane stoffen, toegevoegd als vulstof in beton, kunnen een bijdrage leveren aan sterkteontwikkeling en duurzaamheid.

5.1.5 Fotokatalytisch beton

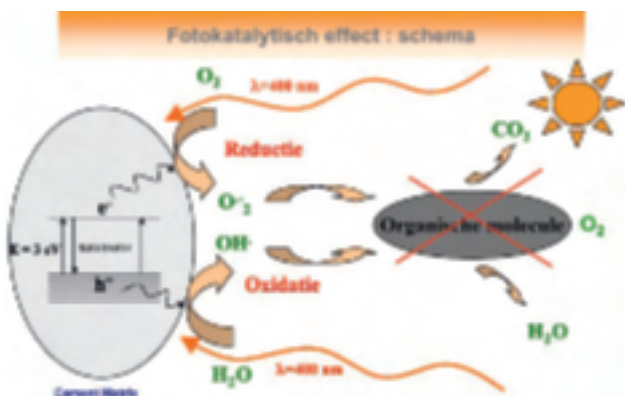
De werking is gebaseerd op het principe van fotokatalyse. Door de gecombineerde werking van lichtenergie en een katalysator in het materiaal versnellen bepaalde chemische reacties. De katalysator neemt niet deel aan de chemische reactie, waardoor de werking permanent is.

Door de aanwending van fotokatalytisch cement bij de aanmaak van het beton wordt gebruik gemaakt van het katalytisch effect dat bepaalde oxiden en metaalzouten hebben op de afbraak van organische vervuilers. Door deze oxiden en zouten aan het cement toe voegen, worden onder invloed van de UV-stralen de organische vervuilers in contact met het beton permanent afgebroken. Het beton behoudt hierdoor beter zijn oorspronkelijk uitzicht.

5.1.6 Reinigingsmogelijkheden

De oppervlakken van architectonisch beton kunnen met goed resultaat gereinigd worden — op voorwaarde dat het gebeurt met een grote vakbekwaamheid. Een simpele uitvoeringsfout kan grote schade veroorzaken. (Cfr. Post-Interventive Dossier, beschikbaar bij de fabrikanten of op www.febelarch.be)

Res. Commode, Oostende – arch. Luc Declercq, E&L



5.2 VERSCHIJNINGSVORMEN VAN 'ARCHITECTONISCH BETON'

De plastische eigenschappen die het beton tijdens de verwerkingsfase vertoont, maken variaties mogelijk in reliëf, kleur en textuur. In dit hoofdstuk zetten we op een rijtje welke verschijningsvormen er voor architectonisch beton de dag van vandaag worden toegepast. We beschrijven telkens kort de techniek en bespreken dan een aantal aspecten die relevant zijn voor de esthetische kwaliteit.

5.2.1 Architectonisch beton type I – onbewerkt, glad

a. Onbewerkt, glad, grijs beton

Techniek

- De betonspecie wordt gestort en verdicht in een gladde mal of bekisting (staal, multiplex) met de juiste verdichtingstechniek.
- Glad, grijs beton is niet eenvoudig te maken, vergeleken met andere soorten architectonisch beton. Dat geldt vooral voor ter plaatse gestort beton. Alle onvolkomenheden worden direct zichtbaar.
- Om lichte grijstintverschillen te maskeren, wordt het beton wel eens behandeld met een zeer dunne transparante coating, bijvoorbeeld op basis van acrylaat. Ook kan de betonhuid heel licht worden gestraald. Het aanbrengen gebeurt met een nevelspuit of met een spons.

Verouderingsaspecten:

Onvolkomenheden in de betonhuid verhogen de gevoeligheid voor vuil.

Res. het Vierschip, Oostende – arch. R. Van Troostenberghe



b. Onbewerkt, gekleurd beton

Techniek

- Beton wordt meestal gekleurd met behulp van gekleurd zand, gekleurde granulaten en pigmenten op basis van metaaloxiden. Op deze manier kunnen heel wat kleuren gerealiseerd worden. De kleurintensiteit is afhankelijk van de kleur van het cement, de watercementfactor en de kwaliteit van de nabehandeling.
- In vlakken die horizontaal worden gestort (in prefabricage) kan men er om budgettaire redenen voor opteren de toplaag (30-40 mm) een andere kleur te geven dan het kernbeton.
- Net als bij glad, grijs beton kunnen kleine nuanceverschillen worden gemaskeerd met een transparante acrylaatcoating of door heel licht te stralen.

Duurzaamheid en veroudering

Bij een gladde uitvoering moet rekening gehouden worden met een verkleuring in de loop der jaren. Naarmate de buitenhuid van het beton verweert, zal het toeslagmateriaal immers een eigen invloed op de kleur gaan uitoefenen.

5.2.2 Architectonisch beton, type II – onbewerkt, met structuur

a. Geprofileerd beton

Techniek

- Houten modeltechniek en malcoating.
- Lijnenspel door repeterende cannelures, bijzondere profilering of tegel/blokkenpatroon.

Duurzaamheid en veroudering

- Een verkeerde afwatering kan voor vervuiling zorgen (bijvoorbeeld als het regenwater afstroomt in horizontale profileringen van geveldelen). Waar teruggelagen delen onvoldoende dekking hebben, kan de wapening gaan roesten.
- Een verticale profilering kan vervuiling, wolvorming en andere nuanceverschillen maskeren. Denk aan cannelures of aan vuil in de schaduw.

b. Reliëf met behulp van ruwe houten delen (houtnerfstructuur)

Techniek

- Een bekisting van ongeschaafde ruwe houten delen laat een afdruk achter in het beton.
- Een bekisting van multiplexplaten levert een 'gladde' houtnerfstructuur op.

Duurzaamheid en veroudering

Zie de paragrafen 5.2.1.a (onbewerkt, glad, grijs beton) en 5.2.1.b (onbewerkt gekleurd beton).

c. Reliëf met behulp van matten in kunststof

Techniek

Een flexibele mat in kunststof met een reliëf of patroon wordt in de bekisting gelijmd (niet opgespannen). Het beton neemt dit reliëf of patroon over. De matten kunnen opnieuw gebruikt worden.

Duurzaamheid en veroudering

Zie paragraaf 5.2.1.c (geprofileerd beton). De duurzaamheid is gelijkwaardig aan oppervlakken die tegen hout of staal worden gestort.

5.2.3 Architectonsich beton, type III – bewerkt

a. Geslepen, gepolijst beton, terrazzo

Techniek

- De cementhuid aan de ontkiste zijde wordt verwijderd (weggeslepen of -geschuurd), waardoor de kleur en de vorm van het toeslagmateriaal zichtbaar wordt.
- Ofwel wordt toeslagmateriaal in de nog vochtige specie gewalst en op het juiste moment (nat) geschuurd en geslepen. Dit heet de 'terrazzomethode'.

Woning – arch. Crepain Binst



Duurzaamheid en veroudering

Het gladde oppervlak neemt minder vuil op en is vanwege het slijpen vaak ook dichter. De duurzaamheid wordt mede bepaald door de keuze van het grove toeslagmateriaal; voor deze toepassing is dat meestal geen gangbaar riviergrind. De cementsteen vormt hier de zwakke schakel omdat hij poreuzer is dan het toeslagmateriaal. Veelal wordt uit esthetische overwegingen voor natuursteen gekozen.

b. Uitgewassen beton

Techniek

- Uitspoelen bij het begin van de binding.
- Met behulp van vertragingspapier of pasta wordt de hydratatie van het cement aan het betonoppervlak vertraagd. Daardoor kan de cementshuid weggespoeld worden met water en wordt het toeslagmateriaal in de sierlaag zichtbaar.
- Bij beide methodes kan de sierlaag (toplaag) een andere samenstelling hebben dan de rest van het beton.

Duurzaamheid en veroudering

Op een grover oppervlak zijn verontreinigingen minder storend. Bovendien houdt de regen de harde toeslagmaterialen schoon. Daardoor maakt de gevel veel langer een schone indruk.

c. Gestraald, gevlamstraald beton

Techniek

De cementshuid wordt met grit-of vlamstralen verwijderd, waardoor het toeslagmateriaal zichtbaar wordt. Het stralen zal de grindkorrels licht opruwen, waardoor een andere textuur ontstaat dan bij het uitgewassen beton.

Duurzaamheid en veroudering

Vergelijkbaar met die van uitgewassen beton. Het uitwassen of stralen maakt dat de grovere toeslagmaterialen het geveloppervlak bepalen. Door hun grote dichtheid krijgen verontreinigingen weinig kans zich vast te zetten; regen en wind zorgen voor regelmatige schoonmaakbeurten. Worden dergelijke oppervlakbehandelingen ook nog gecombineerd, bijvoorbeeld met verticale profileringen, dan krijgt geconcentreerd vuil van ramen, randen en dergelijke niet of nauwelijks de kans het gevelbeeld te bederven.

Koninklijke Militaire School – arch. Assar





d. Gehakt beton

Cannelures door latten in de mal of in de bekisting zorgen voor verdiept liggende delen. Hoger gelegen stroken worden later geheel of gedeeltelijk weggehakt, zodat een onregelmatige strook met zichtbaar toeslagmateriaal ontstaat.

e. Gezuurd beton

De cementshuid van het verhard betonoppervlak wordt verwijderd door behandelen met of onderdompelen in een zuur, dat in functie van de gewenste inwerkingsdiepte is verdund. Nadien wordt het behandeld oppervlak grondig afgespoeld met water. Door de behandeling wordt een zandachtige structuur aan de oppervlakte bekomen.

f. Gehamerd beton

Het verhard betonoppervlak wordt manueel of pneumatisch behamerd met een bouchardeerhamer, waarvan de afstand tussen de tanden gekozen is in functie van het gewenste uitzicht.

Duurzaamheid en veroudering
Zie paragraaf 5.2.2.a (geprofileerd beton).

5.2.4 Beton met inwerking van andere materialen

a. Betonoppervlakken combineren met keramische tegels

Techniek

- Onder in de mal worden keramische tegels gefixeerd (met behulp van vacuüm en rubbermallen). Daarop wordt dan beton gestort en verdicht.
- Vooral in interieursituaties wordt er daarna nog gelijmd.

Duurzaamheid en veroudering

Het glazuur en een glad en dicht oppervlak van tegels maken het oppervlak zelfreinigend.

b. Betonoppervlakken combineren met natuursteen

Techniek

Natuursteen kan met roestvrijstalen ankers bevestigd worden op een betonnen draagwand, als bekleding in een gevelconstructie. De panelen worden mee ingestort met behulp van een inox-verankering of achteraf geplaatst, na de ontkisting.

Duurzaamheid en veroudering

De duurzaamheid van natuursteen is helemaal afhankelijk van de gebruikte soort. Zo kan een bepalend element als de oppervlaktestructuur variëren van zeer poreus tot zeer dicht.

c. Betonnen stenen en blokken in gevels en wanden

Techniek

Standaard leverbare betonnen stenen en blokken worden gebruikt voor schoon metselwerk.

Duurzaamheid en veroudering

De cementhuid kan onder invloed van het milieu gaan ververen; het aanzien van de stenen wordt dan bepaald door de keuze van het toeslagmateriaal.

Aéroport Charleroi – arch. T. Demeyer



5.3 VERVUILING VAN ARCHITECTONISCH BETON OPPERVLAKKEN

5.3.1 Inleiding

In wat volgt leggen we uit waarom het uiterlijk van betonoppervlakken geleidelijk verandert en hoe die verandering tegengegaan kan worden. Vijf fenomenen spelen in deze veranderingen een belangrijke rol.

- Kalkuitslag. Een capillair kalktransport naar het betonoppervlak brengt een zekere uittreding van de kalk met zich mee. De kalkuittreding is doorgaans van tijdelijke aard.
- Biologische begroeiing. Deze draagt bij aan de vervuiling van beton en houdt het oppervlak in een vochtige toestand.
- Vervuiling door stof. Dit verschijnsel is permanent en kan ernstige gevolgen hebben voor het uiterlijk.
- De gevelafhankelijke factoren
- Vervuiling door graffiti.

We concentreren ons hier vooral op de vervuiling, de belangrijkste oorzaken ervan en de invloedsfactoren die erin meespelen. Een vervuilde gevel kan meestal op eenvoudige wijze, met water onder hoge druk, gereinigd worden.

5.3.2 Kalkuitslag

Als gevolg van de hydratatie van portlandklinker ontstaat uit elke kilogram cement ongeveer een kwart kilogram gebluste kalk. Afhankelijk van de dichtheid van het beton, het moment van ontkisten en de klimatologische omstandigheden, zal opgeloste kalk zich naar het oppervlak verplaatsen. Daar verbindt de kalk zich met kooldioxide uit de lucht waardoor er calciumcarbonaat ontstaat. Kalkuitslag wordt bevorderd door een relatief geringe dichtheid van het beton, door vroeg ontkisten en door droog en warm weer, als dat volgt op een vochtige en koele periode. Afhankelijk van de zuurtegraad van het regenwater lost het calciumcarbonaat weer op zonder verdere gevolgen voor de duurzaamheid van het beton.

5.3.3 Biologische aangroei

Biologische aangroei geeft niet altijd een lelijk uiterlijk aan het beton. Begroeiing kan voorkomen in de vorm van algen, zwammen of mossen. Behalve van de variëteit is hun voorkomen afhankelijk van de vochtigheid, de bereikbaarheid voor zonlicht, de zuurgraad van het oppervlak en dergelijke. Uit onderzoek op verschillende bevuilde betonoppervlakken is gebleken dat er vaak meer biologische begroeiing dan minerale stofafzetting was. Dit doet vermoeden dat een efficiënte methode om een langdurig werkzaam biocide in het oppervlak te brengen, het uiterlijk zou verbeteren.

5.3.4 Vervuiling

a. Luchtvervuiling

Alle lucht bevat stof, fijn en grof, dat door de wind wordt meegevoerd en afgezet. Fijn stof (0,01 tot 1 μm) dat in de lucht zweeft, kan zich gemakkelijk aan ruwe gevelvlakken hechten. Door de grote oppervlakte/massaverhouding heeft fijn stof een groot bedekkingvermogen. Grof stof (1 μm tot 1 mm) is hoofdzakelijk van minerale oorsprong; het aanhechtend vermogen is veel geringer. Stof hecht zich minder goed aan droge oppervlakken dan aan oppervlakken die lange tijd vochtig blijven. Omdat de windsnelheid toeneemt met de hoogte boven het maaiveld, is de stofafzetting aan de onderzijde van een gebouw groter. Dat effect wordt nog versterkt door stof dat opdwarrelt onder invloed van het verkeer. Luchtstromen worden afgeleid in de buurt van een hindernis. Het stromingspatroon kan afhankelijk van de snelheid laminair of turbulent zijn maar oefent hoe dan ook grote invloed uit op de stofafzetting.

b. Afstromend regenwater

Slagregens oefenen de grootste invloed uit op gevels die op het zuidwesten georiënteerd zijn. Gemiddeld vangen deze gevels 40 tot 50 liter water per vierkante meter op. Over het algemeen slagen de slagregens er niet in om al het stof weg te spoelen en de gevel te reinigen. Dat geldt des te meer voor lagere delen van het gebouw en voor oriëntaties gelegen buiten de zone tussen zuid en west.

Water dat langs een oppervlak sijpelt vormt de belangrijkste oorzaak van vervuiling, omdat dit water de gelijkmatig aangehechte stoflaag verstoort en het stof volgens een karakteristiek patroon voor die situatie ergens anders weer wordt afgezet. Horizontale of schuin omhoog gerichte oppervlakken staan meer bloot aan regenwater dan verticale vlakken en de hoger gelegen vlakken profiteren meer van de afspoelende werking van het regenwater dan de lagere. Dat de regen niet overal even goed schoonmaakt, werkt vooral nadelig voor gevels die op het noordoosten en het noordwesten gericht zijn.

5.3.5 Gevelafhankelijke invloedsfactoren

a. Waterabsorptie door het oppervlak

Vermits het effect van slagregens toeneemt met de hoogte, is het vooral op de hoger gelegen geveldelen dat water zal gaan sijpelen (langsstromen). Op lagere hoogte dringt het water het beton binnen tot verzadiging bereikt is. Bij een normale regenbui en een tamelijk poreus oppervlak bereikt sijpelend water doorgaans geen lagere geveldelen.

b. De vorm van de gevel

Gevelonderbrekingen. Elke horizontale onderbreking van het geveloppervlak vormt in principe een bescherming tegen regen voor het gedeelte eronder. Maar er kan zich wel extra stof afzetten. Kleine onderbrekingen ter hoogte van luifels en dergelijke worden daarom beter vermeden, zeker in gevels die veel slagregen ontvangen.

Detailering. Bij het uitwerken van de detailering moet voldoende aandacht besteed worden aan een vlotte afvoer van het water. Een goed ontwerp beperkt de mate waarin water de gevel kan vervuilen, waardoor achteraf minder gevelreinigingsbeurten nodig zijn.

Plaatselijke vervuiling treedt doorgaans op:

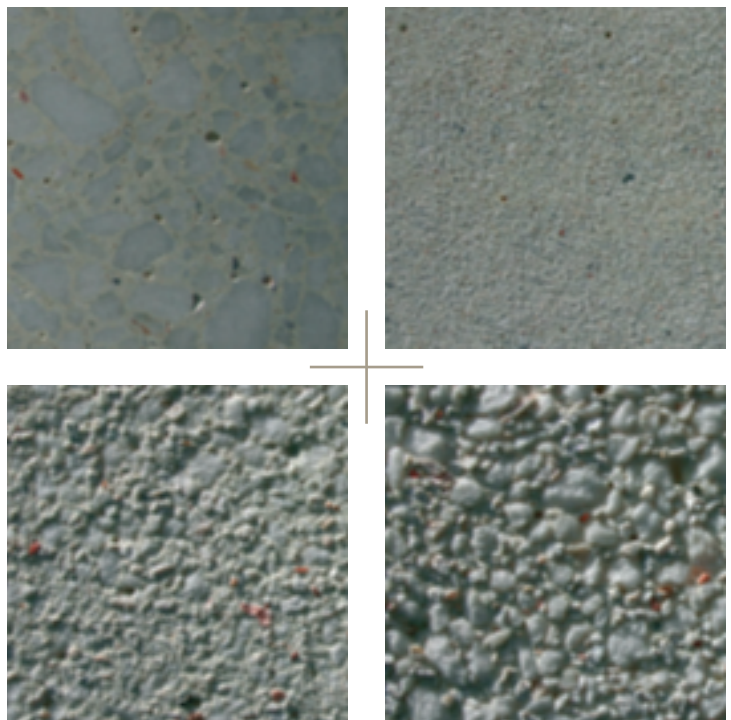
- bij gevels die zijn opgebouwd uit materialen met sterk verschillende vochtabsorptie, zodat water van het ene materiaal over het andere stroomt, bijvoorbeeld van glas op beton
- bij gevels waarvan verschillende delen heel anders door water worden belast (door uitstekende obstakels zoals erkers, luifels en balkons)
- bij gevels die moeten afrekenen met water dat afstroomt van horizontale of vrijwel horizontale vlakken (zoals dakranden en raamdorpels). Op die horizontale delen verzamelt zich immers meer vuil dan op de verticale delen.

- bij muren waarbij water vanaf horizontale vlakken wordt opgezogen of waarbij water tegen de muur opspat.

Meer in het algemeen geldt dat plaatsen waar vuil zich kan verzamelen, vermeden moeten worden.

5.3.6 Vervuiling door graffiti

Bekladding van gevels is een vorm van vandalisme. Preventie is mogelijk met maatregelen die vandalisme in het algemeen voorkomen, zoals omheining en bewaking. Daarnaast kunnen maatregelen worden genomen die de verwijdering van een bekladding vergemakkelijken. Het gaat dan doorgaans om de behandeling van de gevel met middelen die de hechting van de bekladding aan het gevelmateriaal verminderen of zelfs verhinderen. Er bestaat tegenwoordig een ruim aanbod aan antibekladingsmiddelen. Ze worden onderverdeeld in zelfopofferende, semi-permanente en permanente systemen. Voor nieuwbouw kan men uiteraard uit meer opties kiezen dan voor de behandeling van bestaande gevels.





Crematorium St Niklaas – Claus & Kaan arch. (foto C. Richters)

Voorbeelden van realisaties

6.1 AZ Groeninge

6.2 Bouw van alleenstaande woning

6.3 Lichttorenplein te Knokke

6.4 Van der Meij College



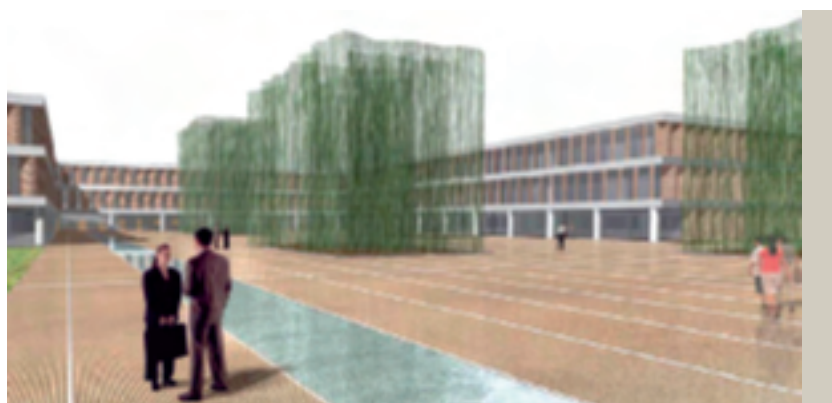
6.1 Voorbeeldproject 1 AZ Groeninge

De uitbreiding van het ziekenhuis op de Groeninge Campus is een indrukwekkend gebeuren. Niet alleen omwille van de grootte van het project, ook omwille van de prachtige gevelelementen in architectonisch beton die de buitenschil van het gebouw vormen. In dit project bundelen de grensverleggende geveldelen in architectonisch beton tegelijkertijd de draagstructuur, de technieken en de esthetiek van het gebouw.

Oorspronkelijk werd de gevel ontworpen uit horizontale balken in architectonisch beton met verticale kolommen in metselwerk; om esthetische redenen werd uiteindelijk gekozen om de kolommen ook in architectonisch beton uit te voeren in dezelfde kleur en textuur als de horizontale balken.

De verticale kolommen staan schuin ten opzichte van de gevel en vormen, door hun oriëntatie, een vaste zonwering. Door de schuine plaatsing wordt de lichtinval over de volledige oppervlakte van het raam behouden. Ook architecturaal geeft dit een extra dimensie aan het gebouw: de wandelaar die langsheen het gebouw loopt, zal op elk ogenblik een ander zicht hebben. Dit gaat van een volledig open gevel met smalle kolommen en veel glas als de zichrichting evenwijdig loopt met de schuin geplaatste kolommen, tot bijna volledig gesloten als men er loodrecht op kijkt. Met alle tussenstadia.

Bovendien hebben de gevelelementen nog twee bijzonderheden. Enerzijds werd de regenwaterafvoer van de gevelelementen volledig in de elementen geïntegreerd. Niet zo evident aangezien per bouwlaag de kolommen met een halve module ten opzichte van elkaar verspringen. Anderzijds vormen de gevelelementen de volledige gevel. Na montage (stapeling waarbij de elementen in elkaar grijpen) worden enkel de ramen aan de binnenzijde gemonteerd. De gevelelementen dragen tegelijkertijd ook de vloeren. En alsof het nog niet complex genoeg is, moeten de elementen in verschillende hoogten, lengten, als doorlopend stuk, binnen- en buitenhoek gemaakt worden en dit in alle mogelijke combinaties. Ook de richting van de schuinsgeplaatste kolommen veranderen van gevel tot gevel (links en rechts georiënteerd). Omwille van de flexibiliteit moest ook de gevel 'herbruikbaar' zijn: hij werd zo ontworpen dat elk verdiep met scheidingswanden tot tegen de gevel kan heringedeeld worden en dat in een latere fase een extra verdieping mogelijk

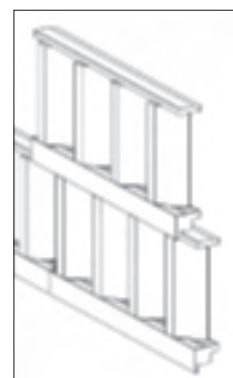


wordt. Ook latere horizontale uitbreidingen worden voorzien, zodat extra vleugels vrij eenvoudig aan te bouwen zijn, met recuperatie van de gevelelementen.

Naast het doordachte denkwerk werden ook prototypes voor de detaillering gerealiseerd. Zo werden de elementen in verschillende fases uitgevoerd: borstwering, achterliggende balk, kolommen, kolomhoofd en opstort kolomknoop. Dankzij de doordachte voorbereiding leverde de prefabricatiemethode een aanzienlijke besparing van enkele honderdduizenden euro op.

Voor de eerste fase van dit project werden in totaal 600 elementen gemaakt: 427 gevelelementen, 130 kroonlijsten, 14 kolommen en 15 dorpelementen voor de inkompartij en toegangsdeuren. Voor de resterende fases zijn er nog eens minstens het dubbele aantal elementen nodig.

Bouwheer: AZ Groeninge vzw
Ontwerp: B&E Baumschlagger Eberle GMBH /
FDA architecten & ingenieurs nv
Studiebureau: Jan Van Aelst nv
Aannemer: Cordeel nv - Temse
Architectonisch beton: Prefadim Belgium nv



6.2 Voorbeeldproject 2

Bouw van alleenstaande woning

Voor deze residentiële woning werd gebruik gemaakt van architectonische betonelementen in de voorgevel en voor de kroon- en daklijsten. Aan de inkom werd een inkomportiek geplaatst, bestaande uit twee vrijstaande konische kolommen en tegen de gevel twee halve kolommen, alle met geprofileerde kop- en voetstukken. Hierop werd een luifel geplaatst met aan de voor- en zijkanten een profilering en uitgespaarde blokjes. In deze luifel werd een geïntegreerde afwatering via een ingestorte klokput voorzien, dit om vervuiling van de elementen te vermijden.

De kroonlijsten van het hoofdgebouw zijn eveneens uit architectonisch beton, er werd niet gewerkt met verstekken maar met omgeprofileerde kopstukken, dit om beschadigingen tijdens montage en transport te voorkomen, tevens geeft dit ook een massiever uitzicht.

De ovale raamomlijstingen, links en rechts van het inkomgeheel, zijn ook in architectonisch beton.

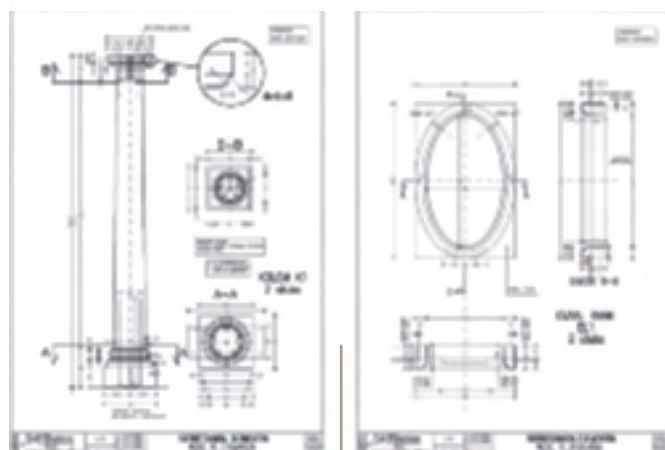
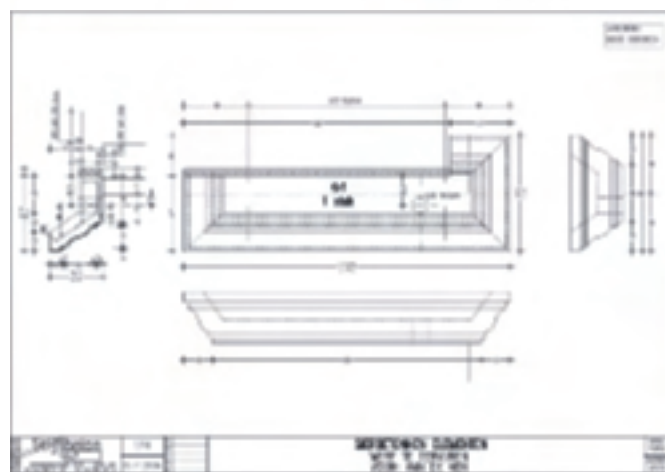
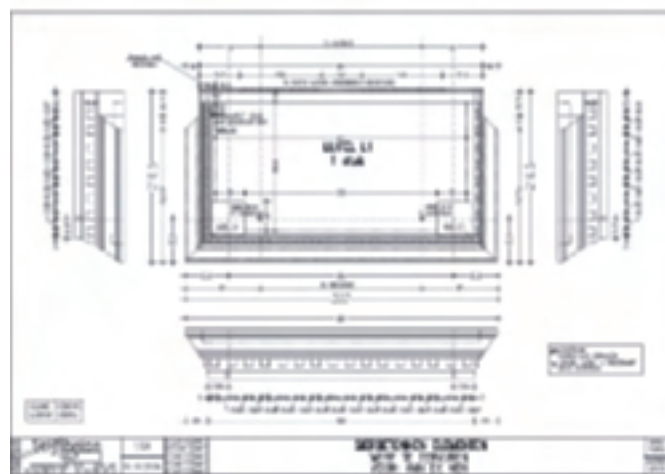


Alle elementen werden uitgevoerd in beige siersteen en aan de hand van kunststofmallen gefabriceerd. Dankzij de kunststofmallen konden de geprofileerde vormen mooi naadloos uitgewerkt worden en krijgt men ook een betere benadering van franse zandsteen. Na het ontkisten worden de elementen droog geschuurd, hierdoor krijgt het beton een gepatineerd uitzicht.

Uiteraard zijn alle elementen thermisch onderbroken door middel van inox-wachtwapening en isolatiepanelen.

Aan de hand van het ontwerp van de architect werden alle profileringen en technische tekeningen op voorhand door de fabrikant in detail uitgetekend en goedgekeurd door de architect en bouwheer.

Opdrachtgever: privé
 Architect: George Ceux – Hasselt
 Aannemer: Geuns – Houthalen-Helchteren
 Architectonisch beton: Stijlbeton nv



6.3 Voorbeeldproject 3 Lichttorenplein te Knokke

Knokke-Heist is een mooi en aangenaam plein rijker geworden. Na de heraanleg van de Rubensplein in 2000 was de beurt aan het Lichttorenplein in Knokke voor een grondige vernieuwing.

Voor het Lichttorenplein werd de kunstenaar Gert Verhoeven en het architectenbureau E&L aangezocht om een concept op te bouwen voor het plein. Deze moest een mooie publieke ruimte worden met een fontein, banken en aan de noordkant van het plein een aangepaste replica van een 19^{de}-eeuwse vuurtoren waarin de toeristische dienst wordt ondergebracht.

Op het plein overheerst kleur: tegels in verschillende kleuren, een ronde fontein, trappen en zitelementen in gepolijste monoblokken. Deze toepassingen bewijzen opnieuw hoe flexibel prefab betonelementen zijn, de vrijheid van vormgeven en hoe geen uitdaging te hoog gegrepen is. Een project waarbij de verschillende toepassingen van prefab beton op een andere, niet alledaagse manier gebruikt zijn. Een voorbeeld van hoe door een nauwe samenwerking tussen ontwerper en uitvoerder een plein met een meerwaarde bereikt kon worden.

De drie belangrijke elementen in het concept van Gert Verhoeven zijn het fontein, de kleurenbalk en de roze kleur van het plein. Tijdens de uitvoering werd door ontwerper en uitvoerder beslist om de verschillende elementen in



prefab beton uit te voeren. Het betreft de kleurbalken aan de Kustlaan en de Zeedijk, de roze en witte betonstraatstenen voor de wegenis, de witte boordstenen en cirkels, de roze fonteinrand en de gevel- en dekstenen voor het trapgebouw, de RWA-schacht en de in- en uitrithellingen.

Eén van de elementen op het plein uit prefab beton is de roze fonteinrand. De prefab opzetrand is zo opgevat dat deze over de fonteinbak geplaatst kan worden. Van de rand werd eerst een model gemaakt. Van dit model is dan nadien een rubbermal afgegoten, die als mal voor het maken van de verschillende moten van de cirkelrand gediend heeft. Een uitsparing voor de ledverlichting in de fontein werd onmiddellijk bij productie voorzien. De randelementen zijn in een gestraalde uitvoering.

De kleurbalk aan de Kustlaan is opgebouwd uit verschillende geprefabriceerde gekleurde betonplaten die gelijk geplaatst zijn met de bovenkant van het plein. Om tegemoet te komen aan de wensen van de kunstenaar werden er meerdere kleurstalen gemaakt. Tussen de platen werden geslepen, witte straatstenen in blokverband geplaatst. De betonplaten werden, net als alle andere elementen, tot een steen 400 gepolijst. Hierdoor bekommen de elementen een lichte satijnglans maar zijn ze toch nog slipvast, wat voor openbare ruimtes van groot belang is.

De kleurbalk aan de Zeedijk is opgebouwd uit verschillende geprefabriceerde, gekleurde betonblokken, die als zitbank kunnen dienen. Ook hiervoor werden meerdere kleurstalen gemaakt. Om skaters te ontmoedigen werden de blokken van elkaar geplaatst. Tussenin werden eveneens witte straatstenen in blokverband geplaatst. Om de kleurvastheid te waarborgen werd er, net als voor alle andere elementen, gebruik gemaakt van hoogwaardige natuursteengranulaten en UV-bestendige ijzeroxiden als kleurpigmenten.

De witte, gepolijste cirkels op het einde van de witte assen in de straten links en rechts van het plein zijn opgebouwd uit 4 geprefabriceerde cirkelsegmenten. De segmentering werd zo voorzien om de helling voor de afwatering van het baanvak op te vangen. De segmenten werden in verloren piepschuimen mallen gestort. Dit was enerzijds om de korte leveringstermijn te halen maar anderzijds ook om bij het transporteren beschadigingen te vermijden. In het midden werd in de 4 segmenten een kleine uitsparing voorzien om een lichtarmatuur in te bouwen.

De witte boordstenen zijn gegoten in houten mallen. De rechte stroken werden machinaal gepolijst. De gebogen stukken werden manueel gepolijst.





Voor het evacuatietrappenhuis, de RWA-schacht en de in- en uithellingen werden dezelfde roze, geslepen betonstraatstenen als voor de wegenis gebruikt. Deze werden verlijmd op elkaar geplaatst. Waar de straatstenen voor de wegenis machinaal geproduceerd worden en enkel een roze toplaag hebben, diende er voor de hoekelementen een andere productiewijze toegepast te worden. De hoekelementen werden manueel en volledig in roze beton geproduceerd. De dekstenen voor de hellingen werden in dezelfde betonsamenstelling als de hoekgevelstenen in houten mallen gestort.

Concept: E & L Projects bvba / Gert Verhoeven
Architect-studiebureau: Arch & Teco / D & V Consulting
Algemene aannemer: Van Laere en Wyckaert
Uitvoering: Lighthouse Parkings nv
Architectonisch beton: Urba-Style nv



6.4 Voorbeeldproject 4 Van der Meij College – een veilig nest



© Foto/Photo Bernard Faber

De nieuwbouw van het Van der Meij College is in alle opzichten bijzonder, zowel wat architectuur als wat educatieve aanpak betreft. De witte sandwichpanelen met theatraal reliëf voegen daar een extra bijzonderheid aan toe.

De 700 leerlingen die sinds 2008 schoolgaan in het nieuwe gebouw van het Van der Meij College in het Nederlandse Alkmaar krijgen er geen les in klassieke klaslokalen, maar in 'belevingsruimtes'. Die zijn over de drie bouwlagen van het rechthoekige gebouw (oppervlakte: 10.290 m²) ondergebracht als een soort bedrijfjes aan een boulevard, compleet met trappen, bordessen en pleinen voor allerlei activiteiten.

Van een afstand heeft de gevel een marmerachtig uiterlijk: het lijkt alsof hij generfd is. Wie de school nadert kan duidelijk een boomstructuur onderscheiden, nog dichterbij ziet men zelfs vogeltjes en nestjes. In totaal zijn in het reliëf 391 vogels, 117 nestjes, 1523 takken en 3046 bladeren verwerkt.

Foto's op deze pagina: © Foto/Photo FotostudioFdw.nl

Foto rechtsonder: De leerlingen krijgen geen les in klaslokalen, maar in belevingsruimtes.



Als basis voor de gevel werd gekozen voor sandwichelementen, die garant staan voor een snelle bouwmethode. De witte kleur van de gevelelementen werd verkregen door het gebruik van wit cement en spierwit toeslagmateriaal. Maar omdat bij een wit materiaal met sterk reliëf bevuilding dreigt – onder meer door afdruipt van stof gecombineerd met regen – is hier gekozen om het oppervlak te polijsten en na plaatsing extra te beschermen door hydrofobering.

Er zijn in totaal 180 technisch hoogstaande prefab betonnen elementen geleverd, maar geen twee elementen zijn hetzelfde. Toch werden ze gefabriceerd met 2 identieke rubberen basismatten door deze op verschillende plaatsen in de bekisting te positioneren.

Het reliëf was een uitdaging; de architect had vooropgesteld dat het reliëf perfect moest doorlopen over de verschillende elementen en dat de tekening niet mocht onderbroken worden waar een voeg was voorzien. Zowel de constructie van de bekisting als het bekisten zelf eiste een extreme nauwkeurigheid. Dat was trouwens ook het geval bij de montage, waar de tolerantie over het algemeen iets groter is dan bij de productie.

Wat de complexiteit van uitvoering nog vergrootte, was de diepte van het reliëf: het reliëf is maar liefst 4 cm diep. Dat eiste een speciale techniek voor het polijsten van het beton.

De gevelelementen met hun uitgesproken reliëf bepalen het karakter van dit gebouw, dat ondertussen door iedereen en ver buiten Alkmaar is gekend.

Opdrachtgever: gemeente Alkmaar (NL)
Architect: BRTA architecten, Alkmaar
Aannemer: Aronsohn raadgevend ingenieurs bv, Rotterdam (NL)
Leverancier gevelelementen: Decomo NV



De montage eiste een extreme nauwkeurigheid opdat het reliëf perfect zou doorlopen over de elementen.

- 1. Neutraal bestektekst**
- 2. Check-list voor de aannemer**
- 3. Bibliografie**
- 4. Lijst van de fabrikanten**



ALGEMENE BEPALINGEN VOOR EEN BESCHRIJVEND BESTEK VAN ELEMENTEN IN GEPREFABRICEERD ARCHITECTONISCH BETON IN BELGIË (downloadbaar op www.febelarch.be)

Gelieve op een duidelijke manier (kleur of onderlijnd of vet gedrukt...) aan te duiden welke wijzigingen werden aangebracht t.o.v. dit origineel document.

1. ALGEMEEN

De elementen van geprefabriceerd architectonisch beton voldoen aan de hoge kwaliteitseisen zoals opgenomen in het normatief document PTV 21-601 (verkrijgbaar bij PROBETON of FEBE) voor geprefabriceerd architectonische (en niet industriële) elementen van sierbeton.

De elementen worden op maat gemaakt, oefenen een esthetische functie uit en worden in de fabriek vervaardigd, afgewerkt en daarna op de bouwplaats geleverd en/of gemonteerd met behulp van de nodige manipulatie- en verankeringssystemen.

Indien het element in architectonisch beton ook een dragende functie heeft, moet het ook beantwoorden aan de betreffende normen:

- NBN EN 13225 + NBN B 21-604 voor lijnvormige dragende elementen
- NBN EN 14843 + NBN B 21-611 voor trappen
- NBN EN 13198 voor straatmeubilair
- ...

De volledige lijst van normen die van toepassing kunnen zijn is te raadplegen op www.febe.be/producten.

De onder deze post begrepen eenheidsprijzen omvatten:

- In onderaanneming te geven aan één van de gespecialiseerde fabrikanten van architectonisch beton, lid van de vereniging FEBELARCH (lijst op www.febelarch.be)
 - de prefabricatie van de elementen volgens de voorgeschreven vormen, afmetingen en afwerking
- In onderaanneming te geven aan de prefab fabrikant of gespecialiseerd aannemer of gespecialiseerd personeel
 - het transport, en het op peil brengen van de geprefabriceerde elementen met de constructies
- Uit te voeren door de aannemer zelf
 - het eventueel inwerken van buizen voor de waterafvoer doorheen het beton
 - de voorbereiding van het draagvlak en/of de steunen
 - de eventuele beschermingsmaatregelen van het paramentwerk tijdens de werkzaamheden
 - het stellen, regelen en verankeren van de verschillende elementen aan de basisconstructie; met inbegrip van de nodige bevestigings-, oplegmiddelen, thermische onderbrekingsinrichtingen en uitzettingsvoegen
 - het opgieten, opvoegen en/of opkitten met een aangepaste elastische kit.

Nota's:

- Het betreft de gevel-, vloer- of dakelementen zoals een balkon, kolom of sandwichelement; de esthetische elementen van een kunstwerk (brug, tunnel, toren, ...); de elementen van het straatmeubilair; enz. ...
- Een element in architectonisch beton kan bestaan uit 2 verschillende lagen: een zichtbare oppervlakte in decoratief beton en een onderlaag in grijs beton (al dan niet structureel)
- Terminologie: In de PTV 21-601 wordt er gesproken over geprefabriceerde architectonische elementen van sierbeton. In deze bestektekst wordt die term vervangen door "architectonisch beton". Wanneer er gesproken wordt over zichtbeton, dan slaat dat enkel op ter plaatse gestort beton, met een esthetische functie.

1.2. Beschrijving van de elementen

Deze bepalingen betreffen het leveren en/of plaatsen van elementen van geprefabriceerd architectonisch beton, zoals aangeduid op de plannen en detailtekeningen van de architect.

Gedetailleerde omschrijving van de elementen:

1. Kleur:

De elementen in architectonisch beton zullen van kleur zijn, en deze van het RAL-nummer zo dicht mogelijk benaderen.

2. Afwerking van het zichtvlak is:

(nota aan de ontwerper: gelieve een keuze te maken uit onderstaande afwerkingsmogelijkheden, of een nieuwe toe te voegen)

Glad bekist

Het bekiste oppervlak wordt niet nabewerkt, zodat enkel de cementshuid zichtbaar is en de granulaten onzichtbaar blijven.

Uitgewassen

De cementshuid van het betonoppervlak wordt weggespoeld met water, waardoor de granulaten zichtbaar worden. Het uitwassen gebeurt hetzij bij het begin van de binding, hetzij erna door de hydratatie van het cement aan het oppervlak te verhinderen met behulp van desactiveerders of te vertragen met behulp van vertragingspapier of -pasta of van vertragende ontkistingsmiddelen.

Gezuurd (= geëts = gedesactiveerd = gedompeld)

De cementshuid van het verhard betonoppervlak wordt verwijderd door behandelen met of onderdompelen in een zuur, dat in functie van de gewenste inwerkingsdiepte is verdund. Nadien wordt het behandeld oppervlak grondig afgespoeld met water. Door de behandeling wordt een zandachtige structuur aan de oppervlakte bekomen.

Gehamerd

Het verhard betonoppervlak wordt manueel of pneumatisch behamerd met een bouchardeerhamer, waarvan de afstand tussen de tanden gekozen is in functie van het gewenste uitzicht.

Gestraald

De cementshuid van het verhard betonoppervlak wordt verwijderd door gritstralen, waardoor de granulaten min of meer zichtbaar worden. Door het stralen worden de granulaten licht opgeruwd en krijgen een dof uitzicht.

Geslepen

De cementshuid van het verhard betonoppervlak wordt verwijderd door eenmalig slijpen met een ruwe slijpsteen, waardoor de granulaten zichtbaar worden. De holten in het betonoppervlak worden niet opgevuld. De granulaten zijn zichtbaar aan het betonoppervlak dat dof is en geen glans vertoont.

Gepolijst

De cementshuid van het verhard betonoppervlak wordt verwijderd door met steeds fijnere slijpstenen te slijpen. Lichtgekleurde materialen worden tweemaal geslepen, donkergekleurde granulaten driemaal. Hierdoor worden de granulaten zichtbaar aan de oppervlakte. De holten in het betonoppervlak worden opgevuld of het oppervlak wordt gemastikeerd en vervolgens al dan niet behandeld met een beschermingsproduct. Het oppervlak vertoont een "satijnglans".

Marmergepolijst

De cementshuid van het verhard betonoppervlak wordt verwijderd door, naargelang de aard van de granulaten, vijf- of zesmaal slijpen met steeds fijnere slijpstenen en uiteindelijk opglanzen, waardoor de granulaten zichtbaar worden. De holten in het betonoppervlak worden opgevuld of het oppervlak wordt gemastikeerd en vervolgens al dan niet behandeld met een beschermingsproduct. Het oppervlak vertoont een "hoogglans".

Gestructureerd

Het beton wordt in een mal gegoten die een bepaald reliëf heeft.

Inwerking van andere materialen

Inwerken van ceramiek, baksteen, natuursteen, enz. (zie hiervoor de Memento van Architectonisch Beton op de website van FEBELARCH: www.febelarch.be)

3. Inwerken van specifieke onderdelen, zoals metalen hulpstukken-stelkaders, waterafvoeren, enz.
Specifieke onderdelen moeten ingewerkt worden volgens aanduidingen op de plannen.

Indien er tegenstrijdigheid is tussen de aanduidingen op de plannen en de beschrijving in dit bestek, zijn de plannen prioritair.

1.2.1. Plannen van de architect

De architectuurplannen hebben als voornaamste taak de inschrijvers in te lichten over de architecturale wensen van de ontwerper.

Nota: Het is wenselijk dat het voorstel van architecturale wensen zoals voegindeling, detaillering, etc. op voorhand met de fabrikant besproken wordt.

1.2.2. Planning

De aannemer maakt in gezamenlijk overleg met de fabrikant een planning van de uitvoering op.

1.3. Referenties en Normen

De recentste versies van de normen en PTVs zijn van kracht. Deze worden gepubliceerd op de volgende websites:

<http://www.nbn.be>

<http://qc.aoso.vlaanderen.be>

Deze laatste website publiceert de PTVs in PDF formaat.

NBN EN 13369 + NBN B 21-600: Geprefabriceerde structurelementen van gewapend beton en van voorgespannen beton

NBN EN 14992 + NBN B 21-612: Geprefabriceerde wandelementen van gewapend beton en van voorgespannen beton

PTV 21-601: Geprefabriceerde architectonische en industriële elementen van sierbeton

Nota: De PTV's zijn type voorschriften volgens art. 3 van de wet van 28 december 1984. Deze zijn door de Federale Overheidsdienst Economie, KMO, Middenstand en Energie. De PTV's gelden als normatief document in de afwezigheid van norm.

Andere Referenties en Normen

Volgende normen en documenten zijn opgenomen in of vervangen door bovenvermelde PTV's, de normen waar naar verwezen mag worden kunnen dus beperkt zijn tot deze PTV's.

BIN: Belgisch Instituut voor Normalisatie

- NBN A 24-301: Staalproducten - Betonstaal - Staven, draden en gelaste wapeningsnetten - Algemeenheden en gemeenschappelijke voorschriften
- NBN A 24-302: Staalproducten - Betonstaal - Gladde en geribde staven - Gladde en geribde walsdraad
- NBN A 24-303: Staalproducten - Betonstaal - Gladde geribde koudvervormde draad
- NBN A 24-304: Staalproducten - Betonstaal - Gelaste wapeningsnetten
- NBN EN 206-1: Beton - Deel 1: Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit + NBN B 15-001: Aanvulling op NBN EN 206-1 - Beton - Specificaties, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit
- NBN EN 1992: Eurocode 2: berekening van de betonstructuren
- NBN EN 1992-1-1: 2005: Algemene regels en regels voor gebouwen (+ AC:2008)
- NBN EN 1992-1-2: 2005: Algemene regels - Ontwerp en berekening van constructies bij brand
- NBN EN 1992-2: 2005: Bruggen - Ontwerp-, berekenings- en detailleringsregels
- NBN EN 1992-3: 2006: Constructies voor keren en opslaan van stoffen

- + NBN B 15-002: Eurocode 2: Berekening van betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
- + prNBN EN 1992-1-2 ANB:2007 Eurocode 2 : Ontwerp en berekening van betonconstructies - Deel 1-2-ANB: Algemene regels - Constructieve brandveiligheid

- NBN B 15-215: Proeven op beton – Wateropslorping door onderdompeling
- NBN B 15-217: Proeven op beton – Wateropslorping door capillariteit
- NBN B 15-231: Proeven op beton – Vorstbestandheid

EN: Europese Normen

- NBN EN 12390: Beproeving van verhard beton
- NBN EN 12390-1: Vorm, afmetingen en verdere eisen voor proefstukken en mallen
- NBN EN 12390-2: Vervaardiging en bewaring van proefstukken voor sterkteproeven
- NBN EN 12390-3: Druksterkte van proefstukken
- NBN EN 12390-4: Druksterkte - Specificatie voor proefmachines
- NBN EN 12390-5: Buigsterkte van proefstukken
- NBN EN 12390-6: Splijttreksterkte van proefstukken
- NBN EN 12390-7: Dichtheid van verhard beton
- NBN EN 12390-8: Indringdiepte van water onder druk
- NBN EN 12504-1: Beproeving van beton in constructies - Deel 1: Boorkernen – Monsterneming, onderzoek en bepaling van de druksterkte
- NBN EN 13369: Algemene bepalingen voor vooraf vervaardigde betonproducten
- NBN EN 933: Beproevingmethoden voor geometrische eigenschappen van toeslagmaterialen delen 1-10
- NBN EN 1097-6: Test for mechanical and physical properties of aggregates – Part 6: Determination of particle density and water absorption
- NBN EN 1367 : Tests for thermal and weathering properties of aggregates
- NBN EN 1367-1: Determination of resistance to freezing and thawing
- NBN EN 1367-2: Magnesium sulphate test

ISO: International Standards Organisation

- ISO 9001:2000 : Quality management systems – Requirements

WTCB: Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf

TV 214 "Kitvoegen tussen gevelelementen"

"Recommandations pour le calcul et l'exécution des constructions industrialisées en béton", 2e édition, CSTC, Brussel, 1980 - Niet meer van toepassing

ASTM: American Society for Testing and Materials

ASTM C 123: Standard Test Method for Lightweight Pieces in Aggregate

1.4. Door de fabrikant voor te leggen documenten

1.4.1. Verplichte documenten

- De fabrikant maakt de uitvoeringstekeningen van alle elementen op. Deze tekeningen geven duidelijk de vorm, de afmetingen, de afwerking van de elementen en hun wapening aan, alsook hun inplanting in het geheel. Ze vermelden alle gegevens die enige invloed kunnen hebben op aansluitingen met andere elementen in het gebouw en o.a. voegbreedtes.

Nota: Onderstaande tabel geeft de gebruikelijke minimale voegbreedtes bij ontwerp, in functie van de grootste afmeting van het element, rekening houdend met de tolerantie op het element, de tolerantie op de plaatsing en de thermische uitzetting

afmeting element	minimale voegbreedte (max 20 mm)
≥ 1,8 m	12 mm
≥ 3,6 m	14 mm
≥ 4,8 m	15 mm
≥ 6,0 m	16 mm
≥ 9,0 m	18 mm

- De fabrikant overhandigt aan de architect, de aannemer en/of de plaatsers een "checklist" die de verschillende belangrijke voorzorgsmaatregelen opsomt bij, o.a. het lossen, manipuleren, opslaan en monteren op de werf.

1.4.2. Optionele documenten

De fabrikant zal bovendien ook volgende optionele documenten aanleveren (in de lijst aankruisen welke gewenst zijn):

De gedetailleerde beschrijving van de bestanddelen van de elementen

Nota: De specifieke mengverhouding van de mengsels blijft uiteraard een confidentiële informatie die niet van de fabrikant mag geëist worden.

Berekeningsnota's door het studiebureau van de fabrikant, indien deze hiervoor opdracht heeft. De berekening van de wapening zal geschieden volgens Eurocode 2 en rekening houdend met alle mogelijke belastingen en de gepaste veiligheidscoëfficiënten. Bij de berekening van de elementen moeten alle constructiefazen in acht genomen worden:

- ontkisten van het element wanneer het beton nog zeer jong is

- afwerking, laden en vervoeren
- montage en voorlopige bevestiging
- lasten die het element in het gebouw opneemt omwille van de rol die het erin vervult: verticale lasten, momenten, windbelasting, enz... opgegeven door het ingenieursbureau.

Resultaten van de testen of proeven die uitgevoerd werden door de fabrikant in het kader van zijn zelfcontrole of externe controle. Deze documenten kunnen eventueel na de productie ter controle gevraagd worden. Ze zullen beantwoorden aan het toepassingsreglement zoals door PROBETON opgesteld voor de certificatie van architectonisch beton volgens de technische voorschriften van de PTV 21-601.

Productieplanning, gebaseerd op de bouwplanning zoals die door de architect/aannemer opgegeven werd.

1.4.3. Goedkeuringen en verantwoordelijkheden i.v.m. de productie van de elementen

- Teneinde een definitieve overeenkomst te bekomen betreffende het uitzicht en de afwerking van de geprefabriceerde elementen, wordt de fabrikant ertoe gehouden stalen voor te leggen die beantwoorden aan de beschrijving van het lastenboek (grootte, dikte, kleur, textuur, afwerking). Deze handeling wordt herhaald totdat een volledig akkoord tussen architect, bouwheer en fabrikant wordt bekomen. De definitieve keuze wordt opgenomen in het werfverslag en met een referentienummer bevestigd aan de fabrikant.

(Gelieve hier de lijst van voor te leggen stalen op te geven. Maximum 5 stuks.)

- Vooraleer de elementen in productie te nemen, zullen de voorgelegde documenten en tekeningen goedgekeurd worden door de architect, het ingenieursbureau en de aannemer. De definitieve goedgekeurde uitvoeringstekeningen en berekeningen worden aan hen overhandigd.
- Indien de fabrikant, om productieredenen, de detaillering van de elementen wenst te wijzigen, zal de architect vooraf geraadpleegd worden. Slechts na ontvangst van een akkoord kunnen de wijzigingen als geldig beschouwd worden.
- Indien de door de fabrikant voorgestelde wijzigingen aan de elementen door de architect of aannemer niet worden aanvaard en hierdoor niet kan worden voldaan aan geldende voorschriften en regels van de kunst, moet de fabrikant de werken uitvoeren zoals voorzien door de architect of aannemer en neemt de architect of aannemer de verantwoordelijkheid op van de mogelijke gevolgen die daardoor zouden optreden.
- De goedkeuring ontheft de architect, het ingenieursbureau en de aannemer niet van hun verantwoordelijkheden. De fabrikant kan enkel verantwoordelijk gesteld worden voor de vervaardiging van zijn elementen conform de goedgekeurde uitvoeringstekeningen.

1.5. Door de architect, bouwheer of aannemer aan de fabrikant voor te leggen documenten

- Alle nodige architectuurplannen: inplantingplan, verdieplingsplannen, sneden, gevels, details.
- Indien ze bestaan: de stabiliteitsplannen
- Indien nodig geeft de architect of algemene aannemer een inplantingplan met de afmetingen van de werf en de toeleveringszones aan de fabrikant
- Indien ze bestaan, geeft de architect de Technische Goedkeuringen van de gebruikte procedés.

1.6. Kwaliteitsgaranties

Garanties van de fabrikant:

Door de toepassing van een zelfcontrole garandeert de fabrikant de volledige conformiteit van de gebruikte materialen, productie, meet- en testinstrumenten en eindproducten aan de voorschriften van de PTV 21-601 en de van toepassing zijnde productnorm.

De fabrikant heeft een BENOR-certificatie of een gelijkwaardige certificatie voor de productie van de betreffende elementen (periodiek wordt de zelfcontrole van de fabrikant nagegaan door een neutraal organisme), ofwel moet de fabrikant zelf aantonen dat zijn producten beantwoorden aan de voorschriften van de PTV 21-601 of een PTV van de 200-reeks en hun toepassingsreglementen.

Nota: "gelijkwaardige" certificatie betekent:

1. De conformiteit is gegarandeerd door dezelfde voorschriften
2. Er is een zelfde niveau van zelfcontrole door de fabrikant
3. Er is een zelfde niveau van externe controle door een neutraal organisme

Indien de fabrikant het BENOR-certificaat voor kan leggen, wordt dit aanvaard als bewijs van conformiteit met de geldende normen en moeten de kwaliteitsprocedures niet herhaald worden, omdat deze al regelmatig uitgevoerd worden door een extern en onafhankelijk organisme.

De BENOR-gecertificeerde elementen worden geïdentificeerd door een BENOR-logo met vermelding van de nummers van de PTV's en normen waaraan ze voldoen.

In het toepassingsreglement van PROBETON worden de testproeven uitgelegd die uitgevoerd moeten worden om aan te tonen dat de fabrikant beantwoordt aan de geldende normen en PTV's. Indien de fabrikant niet gecertificeerd is, moet hij de resultaten van deze proeven kunnen voorleggen.

Garanties van de plaatser:

De plaatser heeft minimum 5 jaar ervaring met het plaatsen van soortgelijke elementen of kan aantonen dat hij de nodige kwalificaties heeft voor het uitvoeren van de plaatsing.

2. ELEMENTEN (met betrekking tot PTV 21-601: 2001)

De elementen worden vervaardigd volgens het deel "architectonische elementen" van de technische voorschriften van PROBETON PTV 21-601:2001 "Geprefabriceerde architectonische en industriële elementen van sierbeton".

De PTV 21-601 slaat uitsluitend op het esthetisch aspect. Indien het element ook een structurelement is, moet het daarenboven voor het aspect "structurelement" voldoen aan de bijhorende productnorm(en) – zie lijst op www.febe.be/ producten.

De elementen moeten vervaardigd worden door daartoe gespecialiseerde vaklui in een fabrieksgebouw, in overdekte omstandigheden en onder een permanente controle.

De aannemer ziet er op toe dat de elementen volstrekt aansluitbaar en compatibel zijn met de andere structurele, technische en afwerkingselementen waaruit de constructie is opgebouwd.

De aannemer coördineert de gehele constructie ervan zodanig dat ten allen tijde, en gedurende alle noodzakelijke en mogelijke manipulaties van de diverse elementen, de stabiliteit van het geheel en van elk element afzonderlijk gegarandeerd blijft.

3. HET VERWERKEN VAN DE ELEMENTEN

3.1. Algemeen

De fabrikant en de aannemer van de montage dienen te beschikken over de nodige technische gegevens voor de montage zoals algemene plans, montageplans, een lijst met de technische karakteristieken van elk element (afmetingen, gewicht, ingestorte hefvoorzieningen, eventuele schoorvoorzieningen, manipulatie- en transportwijze, het al dan niet dragend zijn), een lijst met de montagetoebehoren en -details per element, technische voorwaarden van het lastenboek, de beschrijving van de werken, de plaats en de waarden van de referentiepunten en de speciale voorschriften van de bouwplaats. Ook dienen alle gegevens i.v.m. de planning bekend te zijn, zoals montagevolgorde, ritme per dag en de toegangsmogelijkheden.

De aannemer van de montage zal de instructies op de "checklist" van FEBELARCH (1 blz. recto-verso) respecteren. Deze checklist is beschikbaar op www.febelarch.be.

3.2. Transport

3.2.1. Laden

De fabrikant bepaalt in samenspraak met de transportonderneming:

- het type transport in functie van de vorm, het gewicht en het volume van de elementen;
- het aantal elementen per vracht;
- de beste stand van de elementen op het voertuig, evenals het voorzien van het gepaste stouwing- en ondersteuningsmateriaal.
- de stabiliteit van de volledige lading op de lastwagen, met aangepaste vasthechtingen en spieën;

3.2.2. Transport, afladen en aanvaarding van de elementen op de werf

De elementen zullen uitsluitend vervoerd worden door ervaren vrachtvoerders.

De transporteur schaft zich de nodige toelatingen aan in geval van buitengewoon vervoer over de weg.

De elementen worden zorgvuldig afgeladen met de door de fabrikant voorgeschreven hulptuigen. Zij worden zó gestapeld dat elk contact met de grond wordt vermeden. Op de werf zorgt de aannemer ervoor dat de elementen beschermd worden tegen vervuiling en beschadiging. Ze worden van elkaar gescheiden door tussenvoeging van elementen die de oppervlakken niet kunnen beschadigen of bevuilen.

De ondersteuning van de elementen zal oordeelkundig gekozen worden volgens de voorschriften van de fabrikant.

Het aanbrengen van opschriften of merktekens op zichtvlakken is verboden.

Leveren van elementen op de werf in voldoende hoeveelheid en voldoende op voorhand om de continuïteit van de bouw te kunnen garanderen.

De elementen worden geleverd met een leveringsbon (of verzendingsborderel) waarop vermeld wordt:

- verklaring dat de elementen in goede staat worden afgeleverd
- element, aantal en identificatie
- uur van aankomst en vertrek op werf

Het lossen gebeurt onder de verantwoordelijkheid van de aannemer of gemandateerde uitvoerder van de montage.

Bij vaststelling van gebreken worden deze genoteerd op het verzendingsborderel vooraleer de elementen af te laden.

Herstelbare beschadigingen tijdens het transport kunnen geen aanleiding geven tot de weigering van het element.

3.3. Opslag en verhandeling op de werf

Ook hier wordt er verwezen naar de "checklist" van FEBELARCH.

Bij opslag op de bouwplaats is de uitvoerder van de montage en/of de algemene aannemer verantwoordelijk voor de verhandeling, juiste stand en bescherming van het element.

Zowel opslag als verhandeling van elementen moet gebeuren zoals beschreven in PTV 21-601 paragraaf 6.3.

Het hijsen van de elementen moet gebeuren op de door de fabrikant voorziene hijspunten, zoals aangeduid op de plannen. Eventueel door de fabrikant geleverde hulpstukken zijn te gebruiken volgens de voorschriften van het geleverd materiaal.

3.4. Montage

3.4.1. Personeel en materieel

De montage van de elementen kan toevertrouwd worden aan de fabrikant, aan een gespecialiseerd aannemer of aan de algemene aannemer van het gebouw. Men dient te beschikken over bevoegd personeel, aangepaste werktuigen en hijsmaterieel.

In elk geval dient er een doeltreffende coördinatie te bestaan tussen de organisatie van de montage, de productieplanning, de bouwplaatsvoorschriften (waaronder de veiligheid), en de toegang tot de bouwplaats.

Het uitvoerend montagepersoneel wordt geleid door een verantwoordelijke welke eveneens de coördinatie met de aannemer ter plaatse verzorgt en onderworpen is aan de algemene bouwplaatsreglementen.

3.4.2. Montagedocumenten en voorbereidende werkzaamheden

De montage en de verankering van de elementen moet gebeuren volgens de detailtekeningen van de fabrikant, indien deze laatste de studie uitvoerde.

De uitvoerder van de montage moet, in verband met de uitvoering van zijn opdracht, over de nodige documenten en gegevens beschikken; o.a. :

1. De algemene plannen van het werk en de aanduiding van de merkpunten en de hoogtepeilen;
2. De schema's van de machines, torenkranen of mobiele kranen, met opgave van hun hefcapaciteit en inplanting t.o.v. de ruwbouw.
3. De schema's met de te gebruiken toegangen en aangewezen rijwegen voor kranen en vrachtwagens, waarbij de aandacht dient gevestigd te worden op ondergrondse leidingen, riolen, kelders, kabels, enz.;
4. Plannen (eventueel topografische) met alle basispunten noodzakelijk voor de montage zoals: aanzet-niveaus van de elementen, bouwlaag-niveaus, referentie- en uitlijningspunten, enz..

De gegevens voor punten 1 t.e.m. 4 worden verstrekt door de algemene aannemer van de ruwbouw.

5. De specifieke montageplannen en voorschriften, de karakteristieken per element zoals lengte, breedte, gewicht, type, codenummer enz. en de lijst met de te gebruiken toebehoren voor bevestiging en/of verbindingen. Ook alle gegevens en voorschriften noodzakelijk tijdens het voorlopig schoren en/of aanbrengen van een voorlopige bevestiging.

3.4.3. Montage der elementen en bevestiging

De algemene aannemer stelt de infrastructuur en de al bestaande constructies ter beschikking van de montageonderneming. Deze constructies moeten in staat zijn de acties en sollicitaties op te nemen, veroorzaakt door de montage van de geprefabriceerde elementen.

Op elk ogenblik moeten voldoende veiligheidsmaatregelen genomen worden om de stabiliteit van de elementen te verzekeren, zowel tijdens als na de montage. Uitdrukkelijk wordt gewezen op de veiligheidsmaatregelen bij voorlopige

bevestiging; m.a.w. verankeringen aangebracht vóór de definitieve bevestiging (bv. opstortzones).

Alle gebruikte hulpmiddelen voor opspieën of bescherming dienen zodanig ontworpen dat ze geen vlekken of andere beschadigingen aan de elementen veroorzaken.

Alle definitieve verbindingen tussen elementen dienen overeenkomstig de plannen en de voorschriften uitgevoerd te worden en nagezien door het werkbestuur (mortelvulling, betonneren na plaatsing der verbindingstaven, injecteren, opvoegen, lassen, vastschroeven of losvijzen van bouten, enz.).

Deze verbindingen kunnen in onderling akkoord uitgevoerd worden door de algemene aannemer of door de uitvoerder van de montage. In elk geval dienen deze prestaties en hun verantwoordelijkheden op voorhand vastgelegd te worden.

Alle mechanische en definitieve verbindingen die in de tijd kunnen onderhevig zijn aan corrosie zullen uitgevoerd worden in roestvrij staal kwaliteit: AIS 316Ti.

3.4.4. Speciale voorzorgsmaatregelen ter voorkoming van vorstschade na montage

De aannemer neemt alle noodzakelijke maatregelen om ijsvorming in uitsparingen, opgietsbuizen en ophefpunten te voorkomen. Water plus vorst (ijsvorming) in deze uitsparingen kan leiden tot ernstige vriesschade aan beton rondom deze sparingen.

Dergelijke beschadigingen zijn groot en onvoorspelbaar in afmetingen; en zijn in het algemeen niet onzichtbaar te herstellen.

De aannemer zal onmiddellijk na de montage alle holten die water kunnen bevatten (bvb. hijsopeningen) vakkundig opgietsen met krimpvrije mortel.

3.4.5. Regeling en uitlijning van de elementen

In het algemeen wordt een eerste grof-regeling uitgevoerd tijdens de montage der elementen waardoor een voorlopige uitlijning ontstaat. Achteraf kan een fijnregeling volgen samen met de definitieve verbinding, zoals aangegeven op de plannen. Speciale aandacht dient door de uitvoerder van de montage te worden besteed aan de volgende punten:

Na elke montagefase doet de montageconductor, samen met de algemene aannemer, een controle van de regeling der elementen. Deze controle geldt als aanvaarding vooraleer verdere uitvoeringswerken aan te vatten. Indien er zich onvoorziene moeilijkheden voordoen, dient de klant tijdig gewaarschuwd te worden, zodat nog een alternatief kan worden uitgewerkt.

3.4.6. Plaatsingstoleranties

Tijdens de plaatsing moet men zoveel mogelijk de fabricagetoleranties opheffen.

Tenzij strengere voorwaarden gesteld worden, gelden de volgende toelaatbare plaatsingsafwijkingen:

- inplanting: ± 5 mm;
- verticaliteit: ± 1 mm/m met een maximum van 5 mm per element;
- horizontaliteit: ± 5 mm;
- voegbreedte: ± 5 mm.

3.4.7. Voegen

De voegen moeten gedimensioneerd en uitgevoerd worden in overeenstemming met de voorschriften van de STS 56.1 "Dichtingskiten voor gevels".

3.5. Keuring

Keuring

De geprefabriceerde elementen worden een eerste maal gekeurd als ze op de werf toekomen en een tweede maal na plaatsing.

Elementen die op duidelijke en in ernstige mate niet voldoen aan de voorschriften zoals die beschreven staan in de PTV 21-601 moeten hersteld worden.

3.6. Herstellingen op de werf van beschadigingen

De herstelde elementen beantwoorden aan dezelfde eisen en specificaties die voor de andere elementen gelden.

3.7. Tijdelijke bescherming (tot de oplevering)

De aannemer zorgt voor de bescherming van de elementen tegen alle risico's van vervuiling en beschadiging. De gebruikte materialen voor de bescherming mogen geen blijvende negatieve invloed veroorzaken op de elementen.

3.8. Reiniging

Elke bevulling moet voorkomen worden. Indien dit toch gebeurt, dient deze onmiddellijk met behulp van zuiver water verwijderd te worden.

Elke bevulling die op het einde van de montage overblijft, wordt op last van de aannemer weggenomen (door gespecialiseerde arbeiders).

Bij controle voor de voorlopige oplevering worden alle stukken door de hoofdaannemer gereinigd. De fabrikant is niet verantwoordelijk voor schade en bevulling na plaatsing van de prefabelementen.

Voor een uitgebreide documentatie over het reinigen van vlekken of vervuiling van diverse oorsprong, zie het Post Interventie Dossier van FEBELARCH, dat te downloaden is op de website www.febelarch.be.

3.9. Nabehandeling en bescherming op lange termijn

Op de elementen in architectonisch beton wordt een oppervlaktebeschermingsproduct aangebracht dat het esthetisch aspect van de elementen niet benadeelt. Het is UV-bestendig en aangepast aan de compositie en de afwerking van het beton. De gebruiks- en onderhoudsaanwijzingen van het oppervlaktebeschermingsproduct zullen aan de bouwheer overhandigd worden.

Het oppervlaktebeschermingsproduct wordt systematisch op alle zichtbare vlakken aangebracht, die op voorhand gereinigd moeten worden.

De toepassing moet gebeuren volgens de technische fiche van het product.

Nota: de nabehandelingsproducten staan beschreven in het Post Interventie Dossier (PID), bij de fabrikant beschikbaar.

3.10. Anti graffiti behandeling

Volgende elementen worden door een gespecialiseerde firma behandeld tegen graffiti's.

De toepassing moet gebeuren volgens de technische fiche van het product.

Te behandelen elementen:

- ...

EN GENERAL PROPRETE

MAINS PROPRES!
NE PAS MARCHER
SUR LES PAREMENTS

PRUDENCE

TACHES OU ECLATS:
SE RENSEIGNER
AUPRES DU FABRICANT
AVANT D'AGIR.

ROUILLE: TRAITER
LES ANCRES DE LEVAGE
A L'ANTI-ROUILLE.
APRES PLACEMENT,
COMBLER LES CAVITES
AU MORTIER SANS RETRAIT

GEL: OBTURER TOUTES
LES CAVITES ET AUTRES
EVIDEMENTS PAR DES
BOUCHONS AD HOC.



ALGEMEEN NETHEID

PROPREE HANDEN!
NIET OP HET SIERVLAK
LOPEN

OPGELET

**VLEKKEN OF AFBROKKE-
LINGEN:** EERST RAAD
VRAGEN AAN DE FABRIKANT,
DAN PAS HANDELEN.

ROEST: DE HIJSANKERS
TEGEN ROESTVORMING
BEHANDELEN, NA DE
PLAATSING DE OPENINGEN
MET KRIMPVRIJE
MORTEL VULLEN.

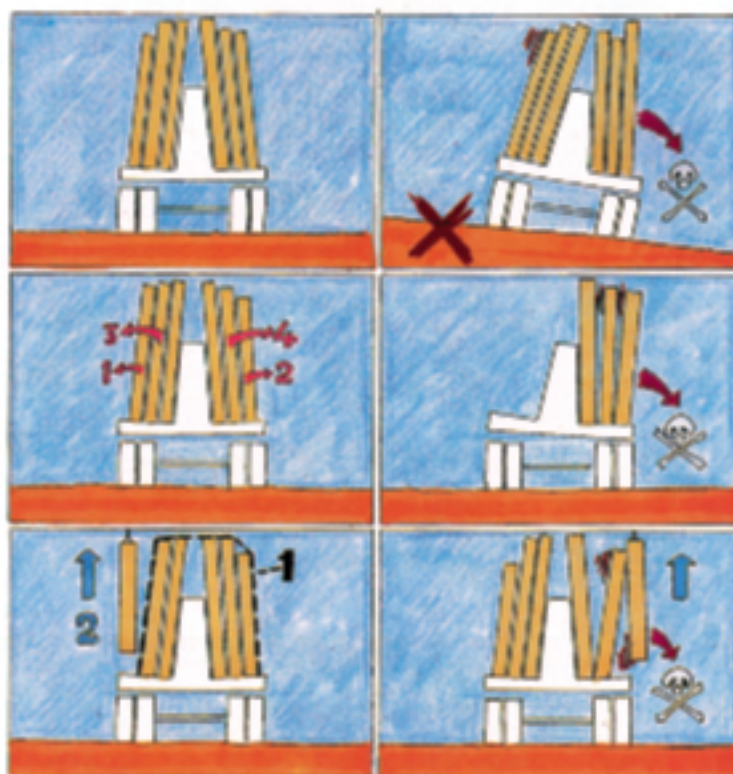
VORST: ALLE STORT-
GAINES EN ANDERE UIT-
SPARINGEN MET AANGE-
PASTE STOPPEN AFDICHTEN

DECHARGEMENT

- LA REMORQUE
SUR TERRAIN DUR
ET HORIZONTAL

- DECHARGER
ALTERNATIFEMENT
GAUCHE - DROITE

- AVANT D'ENLEVER
UN ELEMENT,
ASSURER LE RESTE
DU CHARGEMENT
PAR LE CABLE
DE SECURITE



LOSSEN

- EEN STEVIGE EN
HORIZONTALE
BODEM VOOR DE
AANHANGWAGEN

- BEURTELINGS
LINKS - RECHTS
AFLADEN

- DE REST VAN DE
LADING MET EEN KABEL
BEVEILIGEN
ALVORENS EEN ELEMENT
TE LOSSEN

- ACCROCHER LES
ELEMENTS PAR LES
POINTS PREVUS PAR
LE FABRICANT

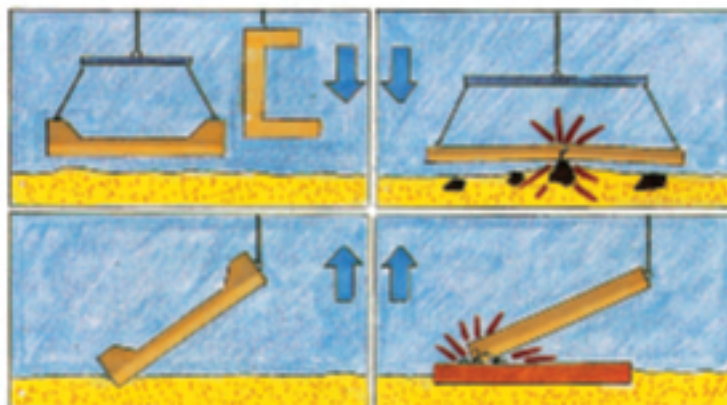
- RESPECTER
L'ANGLE MINIMUM
DE 60°



- DE HEFVOORZIE-
NINGEN DIE DE
FABRIKANT HEEFT
AANGEBRACHT,
GEBRUIKEN
- NIET VERGETEN:
MINIMUM HOEK
= 60°

MANIPULATIONS

- BELLE FACE VERS LE BAS.
- TOUJOURS SUR LIT ÉPAIS ET ÉGAL DE SABLE PROPRE SANS APPUIS RIGIDES ET DURS



STOCKAGE

- SUR PIÈCES DE BOIS AVEC INTERPOSITION DE PLAQUETTES D'AMORTISSEMENT EN P.V.C.
- JAMAIS DE CONTACT DIRECT ENTRE LA BELLE FACE ET LE BOIS

PANNEAUX SANDWICHES:

- NE JAMAIS APPUYER SUR LA FACE EXTÉRIEURE.

- BELLE FACE VERS LE BAS
- BIEN PLACER LES APPUIS



MONTAGE

- RÉGLER ET ALIGNER LES ÉLÉMENTS PAR RAPPORT À LA FACE EXTÉRIEURE (PAREMENT)

- SUR CHANTIER, ET SURTOUT AU MONTAGE, PROTÉGER LES PAREMENTS RISQUANT DES SOUILLURES, PAR DES FEUILLES EN PLASTIQUE NE COLANT PAS AU PAREMENT



MANIPULEREN

- HET SIERVLAK NAAR ONDER
- HET ELEMENT OP EEN DIK, ZUIVER EN EGAAL ZANDBED, ZONDER HARDE EN VASTE STEUNEN, LEGGEN

OPSLAAN

- OP HOUTEN BALKEN MET P.V.C.-STEUNPLAATJES
- RECHTSTREEKS CONTACT TUSSEN HOUT EN SIERVLAK VERMIJDEN

SANDWICHPANELEN:

- NOOIT PLAATSEN OP BUITENSCHIL
- HET SIERVLAK NAAR ONDER.
- EEN CORRECTE PLAAT-SING VAN DE STEUNEN

MONTEREN

- REGELING EN UITLIJNING VAN DE ELEMENTEN: T.O.V. DE BUITENWAND (GEVEL)

- OP DE BOUWPLAATS EN VOORAL TIJDENS HET MONTEREN: GEVELVLAKKEN VOOR BEVUILING BEHOEDEN MET EEN PLASTIEKFOLIE (MAG NIET AAN HET GEVELVLAK KLEVEN!)

EN CAS DU MOINDRE DOUTE...
... CONTACTER LE FABRICANT!



IN GEVAL VAN TWIJFEL...
... STEEDS DE FABRIKANT RAADPLEGEN!

Bijlage 3. Bibliografie Architectonisch Beton

Bouwen met prefab beton: Ontwerpgids

FEBE, FEBELCEM, 2002

Betontechnologie

Belgische Betongroepering (BBG), 2006

Dit is Beton

Betonplatform, 2004

Decoratieve producten op basis van wit cement

CBR Cement

Planning and design handbook on precast building structures

FIP, ISBN 1 874266 11 5, 1998

PTV 21-601

Geprefabriceerde architectonische en industriële elementen van sierbeton
PROBETON, 2001

Op internet verkrijgbaar via www.febelarch.be of qc.aoso.vlaanderen.be

TV 197 Gevelreiniging

WTCB, 1995

FR – Architecture: construire en béton préfabriqué

Guide pour l'utilisation d'éléments en béton architectonique dans les projets d'architecture
Collection Technique CIMbéton B.62, www.cimbeton.asso.fr, 1999

FR – Bétons apparents

Collection Technique CIMbéton www.cimbeton.asso.fr, 1996

NL – Prefab beton

Onderwijsuitgave, BFBN, ir. W.J.M. Welling, Tel. 0348 48 44 84, 2002

NL – Prefab beton in detail

Geactualiseerde bundel van "Gevels in prefab, Prefab in de woningbouw en Handboek Funderingstechnologie"
BFBN, 2001

Post Interventie Dossier (PID)

FEBE, 2003, Verkrijgbaar op aanvraag bij de fabrikant of te downloaden op www.febelarch.be

Bijlage 4. Lijst van de fabrikanten van architectonisch beton Vereniging FEBELARCH

AGREF N.V.

www.agref.be
Tragelweg 4, Overschelde, 9230 Wetteren
Tel. +32.9.369.19.11
Fax +32.9.369.07.04

ARBECO N.V.

www.arbeco.be
Toemaatragel 1, 9000 Gent
Tel. +32.9.240.01.30
Fax+32.9.222.91.91

BWK SIERBETON N.V.

www.bwksierbeton.be
Hollestraat 104, 9150 Kruibeke
Tel. +32.3.774.16.67
Fax +32.3.774.01.98

DECOMO N.V.

www.decomo.be
Nijverheidslaan 96, 7700 Moeskroen
Tel. +32.56.85.07.11
Fax +32.56.34.48.91

ELBETON N.V.

www.elbeton.be
Nijverheidslaan 10, 9880 Aalter
Tel. +32.9.237.11.70
Fax +32.9.374.06.14

EUROBETON N.V.

www.eurobeton.com
Vaartstraat 13, 2240 Zandhoven
Tel. +32.3.466.09.95
Fax +32.3.466.09.97

LOVELD N.V.

www.loveld.com
Brug-Zuid 29, 9880 Aalter
Tel. +32.9.374.65.48
Fax +32.9.374.05.32

PREFADIM BELGIUM N.V.

www.prefadim.be
Desselgemsesteenweg 28, 8540 Deerlijk
Tel. +32.56.72.70.11
Fax 32.56.72.70.22

STIJLBETON N.V.

www.stijlbeeton.be
Schollebeekstraat 74/1, 2500 Lier
Tel. +32.3.480.01.52
Fax +32.3.489.36.73

S.V.K. N.V.

www.svk.be
Aerschotstraat 114, 9100 St.Niklaas
Tel. +32.3.760.49.00
Fax +32.3.778.05.00

URBA-STYLE SPRL

www.urbastyle.com
rue des Sablières 16, 7503 Tournai
Tel. +32.69.67.26.26
Fax +32.69.67.26.27

VERHELST N.V.

www.verhelst.be
Stationsstraat 30, 8460 Oudenburg
Tel. +32.59.25.50.73
Fax +32.59.25.50.69

VERHEYEN N.V.

www.verheyenbeton.be
Hoge Mauw 46, 2370 Arendonk
Tel. +32.14.68.91.50
Fax +32.14.68.91.51



www.febelarch.be

Dankwoord en credits

Met deze publicatie wensen we ons vorige referentiewerk "Architectonisch Beton: Technische Aanbevelingen" te moderniseren en aan te vullen met recente evoluties en trends van onze bouwsector.

We danken graag de verschillende mensen die bijgedragen hebben tot deze publicatie en zonder wie deze uitgave niet tot stand zou kunnen zijn gekomen. We denken hierbij in het bijzonder aan Arnold Van Acker, Bernard De Witte, John Stal, Rik Brees en Kurt Bertels alsook alle andere leden van FEBELARCH.

We danken ook onze zuster federaties van Frankrijk (FIB, Cimbéton) en van Nederland (BFBN) voor de kwaliteit van bepaalde teksten en grafieken die ons van zeer groot nut waren.

We danken ook nog FEBELCEM, de Federatie van de Cementnijverheid voor hun financiële ondersteuning.



Niet alle rechthebbenden van de gebruikte illustraties konden worden achterhaald. Belanghebbenden worden verzocht contact op te nemen met FEBE, Vorstlaan 68, B-1170 Brussel.

Disclaimer:

De inhoud van deze publicatie is uitsluitend bedoeld als informatie voor de gebruiker. FEBE betracht uiterste zorgvuldigheid bij het opstellen van de informatie in deze publicatie. Toch kan FEBE niet garanderen dat deze informatie geheel juist, volledig en actueel is. De uitgever kan dan ook niet aansprakelijk worden gesteld voor het gebruik ervan. Voor de correcte toepassing van een product zal rekening moeten gehouden met het wettelijk kader, de productnormen, de voorschriften en van de fabrikant, de lokale situatie en de gedetailleerde plannen van de ontwerper.