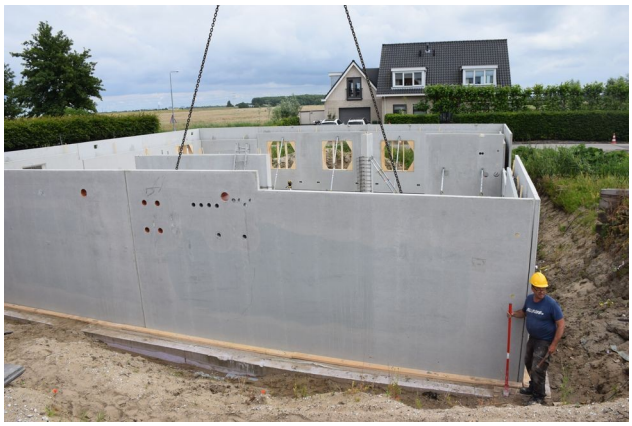
Holwanden.
(holle wanden, Alvon wanden, Doppelwandplatten).

Door ir. J.G.M. Raadschelders c.i. (januari 2021)



Kelders worden alleen nog uitgevoerd in gewapend beton. Lang geleden werden keldervloeren en kelderwanden nog gemetseld, maar dat is verleden tijd. In de beginperiode zijn de wanden gestort in ter plaatse gestelde bekistingen. Deze waren in het algemeen gemaakt van hout en bij een repeterende wand soms van staal. De bekisting werd bijeen gehouden door centerpennen en pielemannen (afstandhouders). Eerst stelde men de bekisting aan één zijde. Vervolgens werden de wapening en de in te storten voorzieningen aangebracht en daarna de bekisting aan de andere zijde. Een arbeidsintensief gebeuren. Bij grote en dikke wanden gebeurt dit nog steeds zo. Tegenwoordig worden de kelderwanden uitgevoerd als holwanden. Dit zijn fabrieksmatig vervaardigde betonschillen (bekisting), welke onderling zijn gekoppeld door verticale tralieliggers. De schildikte varieert van 50 – 70 mm. Dit is afhankelijk van de totale wanddikte en van de benodigde wapening in deze schillen. Nadat de wanden in het werk zijn gesteld wordt de holle ruimte gevuld met beton. De betonkwaliteit van de schillen kan variëren en is meestal C 28/35.

Technische gegevens.

- Totale wanddikte: 200 – 240 – 250 – 300 – 360 – 400 mm (maatgevend is de hoogte van de beschikbare tralieliggers met afstandhouders).
- Schildikte: 55 – 60 – 70 mm (Maatgevend is de hoogte van de randkist en de benodigde dekking op de wapening). De schil is niet overal even dik. Dit heeft te maken met de wijze van betonstorten.
- Betonkwaliteit: C 28/35 resp. C 35/45 (Korreldiameter 0 – 60 mm (parelgrind)).
- Maximale breedte: 3000 mm (maatgevend is de afmeting van de beschikbare bekisting, het werkplateau).
- Maximale lengte: ca. 12000 mm (maatgevend is de afmeting van de beschikbare bekisting, het werkplateau).
- De wanden zijn op de naden niet waterdicht en moeten aan de buitenzijde waterdicht worden afgewerkt. De schillen zelf zijn waterdicht.
- De stortsnelheid bij het vullen van de wanden is maximaal 500 mm/uur. Maatgevend is de treksterkte van de tralieliggers. Bij hogere stortsnelheden moeten meer tralieliggers worden toegepast.
- Het aanvullen van kelderwanden aan de buitenzijde mag pas plaatsvinden nadat een steunende begane grondvloer is aangebracht. De sterkte van de inklemming van de wand

aan de onderzijde is in het algemeen onvoldoende. Voor de horizontale belasting moeten de wanden als 2-zijdig (onder en boven) opgelegd worden beschouwd. Daarom moet de hoofdconstructeur de benodigde wapening opgeven. Deze is bekend met de optredende belastingen. Denk aan de bovenbelasting op de grond.

Productie.

Er zijn diverse producenten van holwanden. Bij alle producenten is het productieproces min of meer gelijk. De wanden worden geproduceerd in een carrousel. Hierin verplaatst een productieplateau van werkstation naar werkstation. Op het plateau wordt de wand gestort. Het plateau bestaat uit een grote stalen plaat (zeer vlak en glad), waarop de wanden met de grootste afmetingen kunnen worden gemaakt. Hierop staan reeds een aantal randkisten. Bij het eerste station worden alle benodigde randkisten vol automatisch geplaatst en wordt aangegeven waar de in te storten voorzieningen, zoals elektrodozen, leidingen, doorvoeren, enzovoort, moeten komen.
Bij het volgende station wordt de wapening geplaatst. De wapening wordt volledig in eigen beheer geprefabriceerd. De wapening wordt aangevoerd op rollen, dus de maximale staafdiameter is d12. De netten worden exact op maat gemaakt, zodat geen knipverlies ontstaat. Er wordt hierbij rekening gehouden met de plaats van de in te storten voorzieningen.
Bij een station verder worden de in te storten voorzieningen en de tralieliggers met afstandhouders aangebracht. De voorzieningen worden op de bekisting vastgezet met magneten.
Bij het laatste station wordt de beton gestort. De schildikte wordt bepaald door de hoeveelheid betonmortel. De kantbekisting is van voldoende hoogte voor alle schildiktes. De beton wordt verdicht door het plateau op een triltafel te plaatsen. Daardoor vlakt de beton uit en ontstaat een gladde cementhuid. De schildikte is niet overal even dik.
Na het storten gaat het plateau in een speciale geklimatiseerde ruimte voor een snelle verharding. Hierin worden alle plateaus een bepaalde periode opgeslagen.
Na verharding wordt de wandschil vanaf het plateau gehaald en wordt het plateau schoongemaakt en gereed gemaakt voor de volgende ronde. De verharde wandschil wordt bevestigd aan een kanteltafel en op zijn kop gedraaid. Inmiddels is een volgend plateau gereed gemaakt met de wapening en de overige voorzieningen. De verharde schil wordt boven dit plateau gehangen en wordt vervolgens afgelaten op het plateau. In de verharde schil zijn steunstaven/afstandhouders aangebracht, waarop de verharde schil rust. Op deze wijze wordt de exacte wanddikte bepaald. Vanaf de zijkant wordt de betonmortel aangebracht en vervolgens getrild. Het spreekt vanzelf dat de betonmortel moet voldoen aan specifieke eisen in verband met de verwerkbaarheid en de snelle verharding. Het samenstel gaat weer in de speciale verhardingsruimte. Na verharding is het geheel gereed voor transport en aflevering op de bouwplaats.

Betonstorten (bouwplaats).

In het verleden werd de aangevoerde beton gestort vanuit kubels. Dit zijn grote stalen bakken, welke vanuit de mixer of de betonmolen worden gevuld met betonmortel. De onderzijde is voorzien van een afsluitbare opening van waaruit de beton in de bekisting wordt gestort. Het probleem is de storthoogte. Indien de beton over te grote hoogte naar beneden valt kan het mengsel gaan ontmengen met grote kans op grindnesten, dus lekkage. Daarom werden op halve wandhoogte stortopeningen in de bekisting opgenomen. Dit is feitelijk onwerkbaar. Tegenwoordig wordt de beton gestort met behulp van betonpompen. De mixer stort de beton in een ontvangstbak waaraan een pomp is gekoppeld. Vervolgens wordt de vloeibare beton via slangen, al of niet met een kraan, naar de bestemde plaats getransporteerd. De uitloopopening van de slang wordt in de bekisting gehangen. Op deze wijze kan de valhoogte worden beperkt zodat geen ontmenging kan optreden. De slang moet wel gemakkelijk in de bekisting passen. Bij een slangdiameter van 120 mm is een ruimte van 150 mm gewenst. Het storten moet in een continu proces plaats vinden met een

maximale stortsnelheid van ca. 500 mm/uur. Voor het storten van de onderste laag (hoog ca. 500 mm), dus de beton direct op de betonvloer, wordt Spramex toegepast. Dit is een dun vloeibaar mengsel met een kleine korreldiameter (0 – 6). Deze beton loopt gemakkelijker in de naad aan de onderzijde van de wandschillen. De naad varieert in hoogte van 30 tot 50 mm.
Constructief gaat men ervan uit dat de wandschillen tezamen met de gestorte beton één monoliet geheel vormen. Hierbij kan men de nodige vraagtekens plaatsen. Door krimp zal de in het werk gestorte beton in de ruimte tussen de schillen loskrimpen van de wandschillen. Dit is duidelijk zichtbaar nadat men de bekisting van raamsparingen heeft verwijderd. Dan is in het grensvlak een naad waarneembaar. Bij het storten van de wandschillen in de fabriek ontstaat een spiegelgladde cementhuid, welke niet verwijderd kan worden. Hieraan hecht de beton niet of zeer slecht. De samenwerking is hoofdzakelijk gebaseerd op vorminsluiting. Het ongelijke oppervlak van de schillen past exact tegen de gestorte beton waardoor verschuiving (langsschuifkrachten) wordt verhinderd.

Kimaansluiting.

De kimconstructie is de wandaansluiting aan de onderzijde op de betonvloer of betonbalk. Voor het plaatsen van de holwanden worden houten aanslagbalken met schroeven/bouten op de vloer gemonteerd. De holwanden passen hier precies tussen. Deze aanslagbalken dienen voor de juiste plaatsing van de wanden en voor het afdichten van de naad aan de onderzijde van de wandschillen. In de aansluiting worden dwarskrachten en momenten overgedragen. Daartoe worden in de betonvloer stekken (verticale staven) aangebracht. Deze staven worden voor het storten van de vloer vastgezet aan de vloerwapening of vlak na het storten in de verse beton gestoken. Het plaatsen van deze stekken is niet nauwkeurig uit te voeren. De plaatsing kan variëren met 15 mm naar 2 zijden. De stekken moeten verticaal staan, anders geeft dit problemen bij het stellen van de wanden. De stekken lopen dan vast tegen de verticale tralieliggers. De stekken moeten tussen de wandschillen komen. Dus de nuttige hoogte voor de inklemming is duidelijk kleiner dan de nuttige hoogte van de wand zelf. Het opnemen van een inklemmingsmoment is niet goed mogelijk. De beton onder de binnenste wandschil is meestal niet geschikt om de drukkracht op te nemen. Bij het plaatsen van de holwanden zitten de verticale tralieliggers tussen de wandschillen soms in de weg. Beter is om een enkele rij dikke stekken in het hart van de wand toe te passen. Deze dikkere stekken dragen bij aan de dwarskrachtsterkte van de aansluiting.

Aansluitingen.

De holwanden hebben een maximale lengte van ca. 12.000 mm. In verband met gewicht en transport en mogelijke beschadigingen gaat men vaak niet verder dan een wandlengte van 6000 mm. Daarom zijn aansluitingen (koppelingen) noodzakelijk. In deze aansluitingen komt een koppelwapening (voegwapening). Dit is een korfwapening, welke van bovenaf in de holle ruimte tussen de wandschillen wordt geplaatst. Dit geldt ook voor de hoek- en T-aansluitingen. De wapening loopt door tot op de vloer. Soms wordt de wapening geplaatst als één element is geplaatst. Het volgende element moet dan over de wapening worden geschoven.
Deze aansluitingen zijn niet waterdicht omdat de dikte van de vulbetonlaag onvoldoende is. Vaak zijn de plaatnaden niet of nauwelijks gevuld.

Raamsparingen.

Ten behoeve van raamopeningen worden in de holwanden raamsparingen aangebracht. Deze bestaan uit een stijf houten frame, dat door beide wandschillen heen gaat. De betonmortel loopt bij het storten rondom dit frame en moet vanaf één zijde worden gestort om te voorkomen dat onder de sparingen de wand niet gevuld is en er grindnesten ontstaan. Daarom verdient het aanbeveling om

in de onderzijde van het frame een aantal puilopeningen aan te brengen. Dan kan de ingesloten lucht ontsnappen en is er controle van de vulling onder de sparing mogelijk.

Hoekaansluitingen.

Bij de hoekaansluitingen drukt de vloeibare betonmortel de wanden uit elkaar. Daarom moeten de hoeken worden versterkt met stalen strippen (hoekstrippen). Hiervoor zijn schroefhulzen opgenomen in de buitenste wandschil. De schoren, gebruikt om de holwanden af te steunen, kunnen deze krachten niet opnemen.

Doorvoeren.

Ten behoeve van de invoer van leidingen moeten doorvoerbuizen worden aangebracht. De buizen lopen door beide wandschillen en door de holle ruimte. Bij de plaatsing moet rekening worden gehouden met de plaatsing van de koppelwapening bij wandaansluitingen. De doorvoerbuizen verhinderen het plaatsen van deze wapening.

Leidingen.

Elektroleidingen en dozen worden in de schillen ingestort. Dit geldt ook voor dataleidingen. De leidingen lopen altijd verticaal.

Waterdichtheid.

De waterdichtheid van kelderwanden is altijd een aandachtspunt. Ter plaatse van de kim is de dikte van de gestorte beton vaak niet veel meer dan de breedte van de holle ruimte tussen de wandschillen. De beton onder de wandschillen is niet goed verdicht en de naad onder de schillen is niet vol. Dit geldt eveneens bij de koppelingen van verschillende wandelementen. Hier is de naad tussen de schillen maximaal 10 mm. Deze naad is praktisch niet te vullen met betonmortel. In principe zijn holwanden niet waterdicht.
Bij volledig in het werk gestorte wanden werden de kimaansluitingen uitgevoerd met opgestorte betonranden, rondlopende stalen platen of een zwelband. Soms met rubberprofielen. Al deze oplossingen zijn moeilijk uitvoerbaar bij holwanden. Deze problemen gelden ook voor de hoekaansluitingen en de koppelnaden. Feitelijk zou men de holwanden dikker moeten uitvoeren dan volledig in het werk gestorte wanden.
De beste methode om de kelderwanden waterdicht te maken is om alle aansluitingen en naden aan de buitenzijde af te plakken met vezelversterkte bitumenlagen. Ook aan de boven zijde. Uit ervaring is gebleken dat water van bovenaf in de naden tussen de schillen en de in-situ beton kan dringen, naar onder zakt en daar zichtbaar wordt. De bedrijven geven alleen garantie op waterdichtheid als van de complete wand alle naden worden afgeplakt, ook aan de bovenzijde.

Geprefabriceerde betonnen holwanden versus massieve wanden.

In het navolgende worden een aantal specifieke kenmerken van holwanden tegenover massieve geprefabriceerde wanden geplaatst.
Prefabricatie.
Beide typen wanden zijn fabrieksmatige producten. Hierbij behoort de nodige voorbereiding zoals productietekeningen en werkvoorbereiding (planning).
Maatvastheid.
De holwanden zijn maatvaster dan de massieve wanden. Bij massieve wanden moet rekening worden gehouden met een diktetolerantie van ± 5mm.
Afwerking.

Bij holwanden zijn beide zijden glad afgewerkt. Bij massieve wanden is één zijde de stortzijde, welke ruwer is afgewerkt. Deze zijde moet alsnog verder worden afgewerkt.

Gewicht.

De holwanden zijn tenminste 50% lichter in gewicht dan massieve wanden. Dit heeft voordelen voor het transport en de kraancapaciteit.

Werkzaamheden op de bouwplaats.

Bij holwanden moeten de wanden worden gevuld met betonmortel. Dit vervalt bij massieve wanden. Daarom zijn massiefwanden op de bouwplaats minder arbeidsintensief, dus sneller. Het afschoren is voor beide typen wanden gelijk. Evenals het plaatsen van de wandstekken. Bij massiefwanden moeten de steksparingen (gaines) worden gevuld.

Waterdichtheid.

Beide wandtypen zijn op de naden niet waterdicht en moeten aan de buitenzijde waterdicht worden afgewerkt.

Sterkte.

In principe zijn massieve wanden sterker dan holwanden, omdat de samenwerking van de wandschillen bij holwanden twijfelachtig is. Voor de verticale naden is dit niet relevant. De aansluiting aan de onder- en bovenzijde moet als een scharnier worden beschouwd.

Opmerking.

Bij de tunnelbouw worden geprefabriceerde tunnelsegmenten met een lengte van 50 m tot 100 m toegepast. Deze worden onder water tegen elkaar aangetrokken. Door het vacuüm zuigen van de tussenruimte tussen de kopschotten in de segmenten drukt de waterdruk de elementen tegen elkaar. Door middel van speciale rubberprofielen (Gina-profiel, genoemd naar Gina Lollobrigida) zijn deze aansluitingen waterdicht en kan men van binnenuit de segmenten momentvast en trekvast aan elkaar verbinden. Waarom dit soort details voor massieve wanden nog niet zijn ontwikkeld is niet duidelijk. Dan zijn massieve wanden waarschijnlijk in het voordeel boven holwanden.

Verantwoording (disclaimer).

De feitelijke informatie, zoals weergegeven, is terug te vinden op de websites van de verschillende bedrijven. De ervaringen zijn gebaseerd op een project uit 2020. De foto’s zijn eveneens genomen van dit project.

Referenties.

De navolgende fabrikanten leveren holwanden. Op de websites staat voldoende informatie. Op YouTube zijn diverse instructievideo’s te vinden.

Alvon wanden (Culemborg)..

https://atlasalbro.nl/producten/holle-wanden

Vetra Betonferigteile (Neermoor Duitsland).

http://www.vetra.de/produkte/industrie-und-hausbau/doppelwandplatten/

De Hoop Pekso (Terneuzen).

https://www.dehoop-pekso.nl/nl/producten/category:vloeren-en-wanden/product:holle-wand.htm

Fabiton (Leeuwarden).

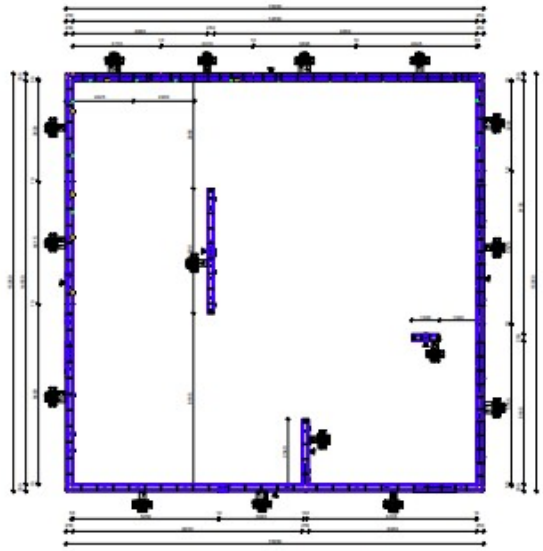
https://www.fabiton.nl/prefab-bouwsystemen/producten/holle-wanden/?gclid=Cj0KCQiA_qD_BRDiARIsANjZ2LC1b7A87yjEdomb18V5meFpjftcWH4g-6OU1cYWhXVlW5BSNOEvGBsaAsFeEALw_wcB

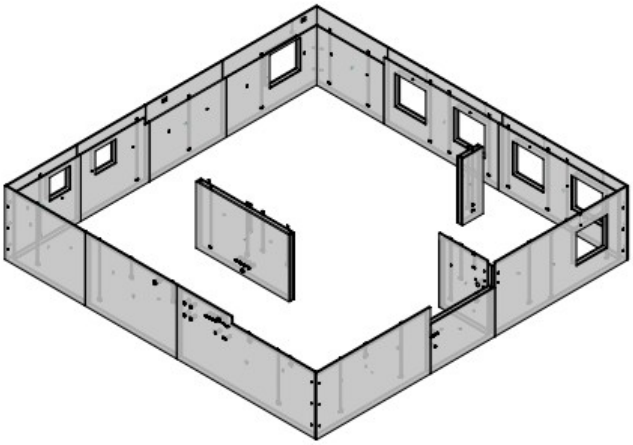
Olbecon (Lochem).

https://www.olbecon.nl/wanden/holle-wanden

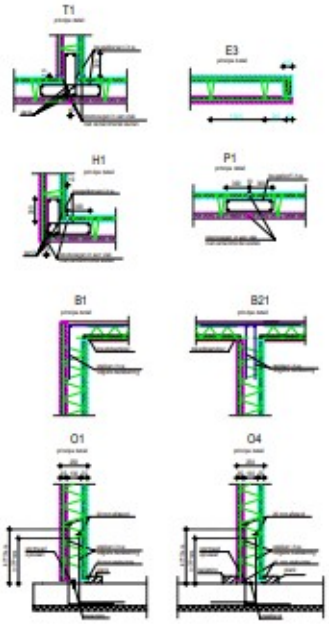
Tekeningen.

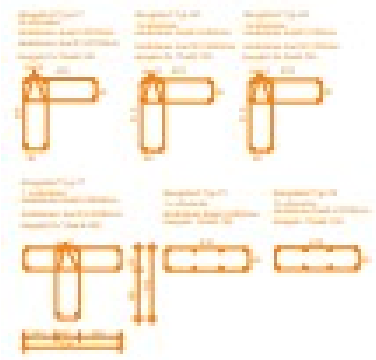
Plattegrond.

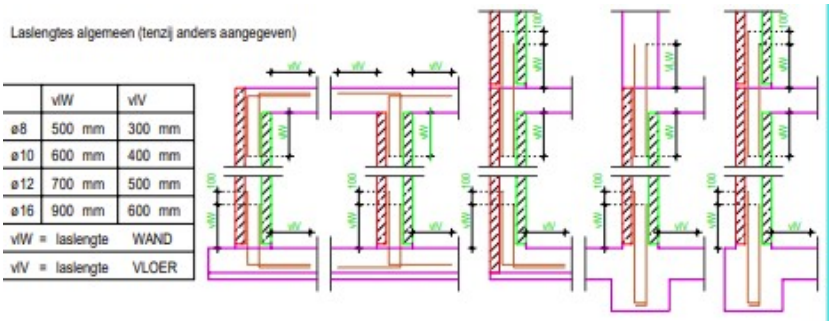




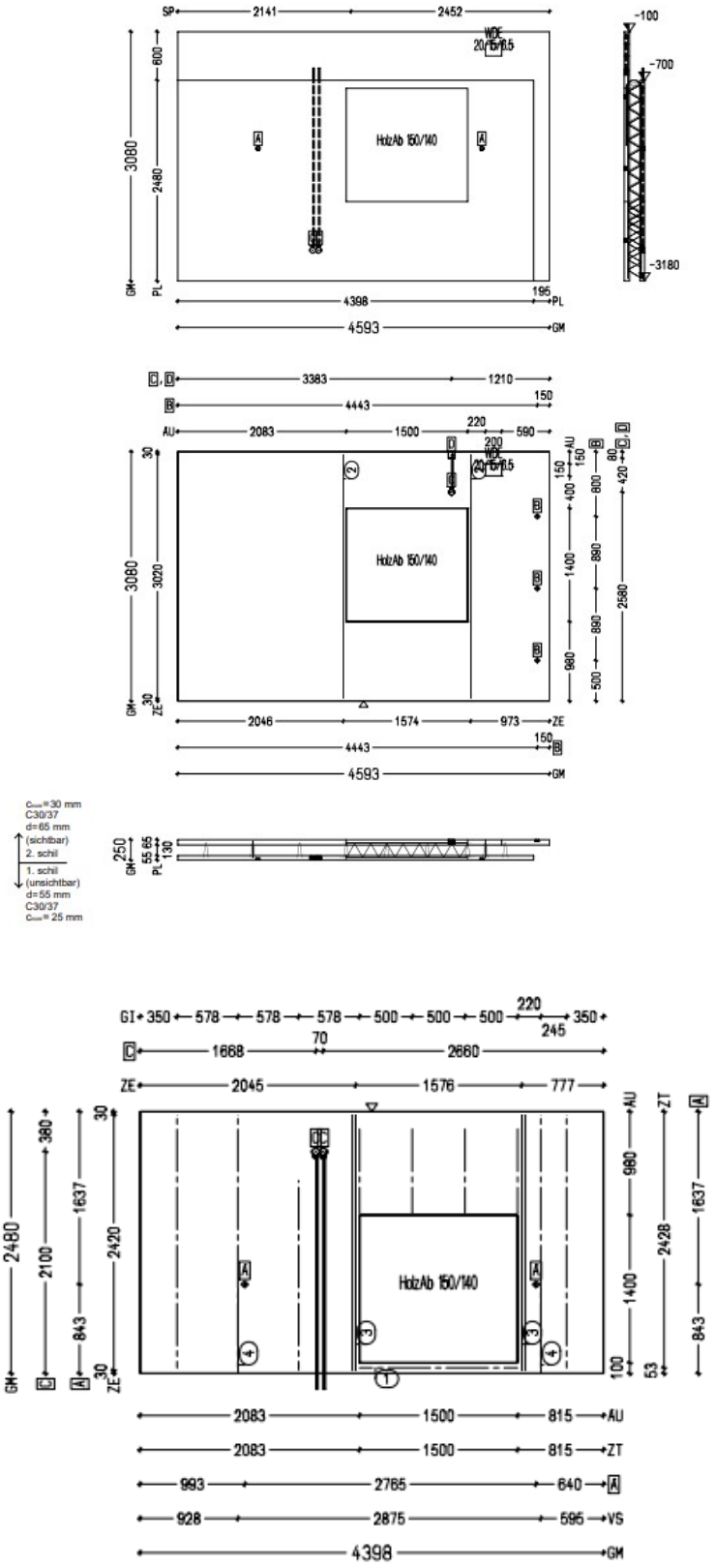
Details.



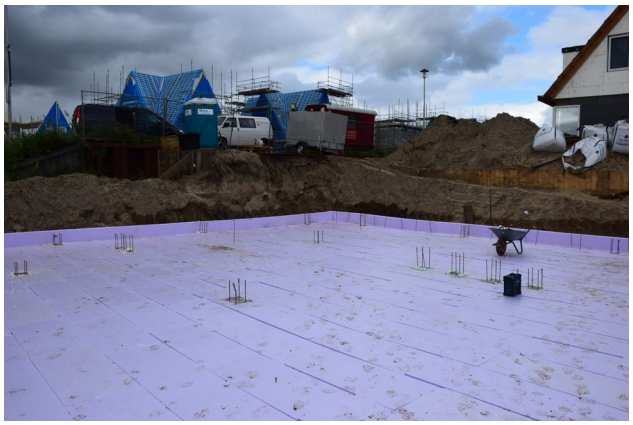




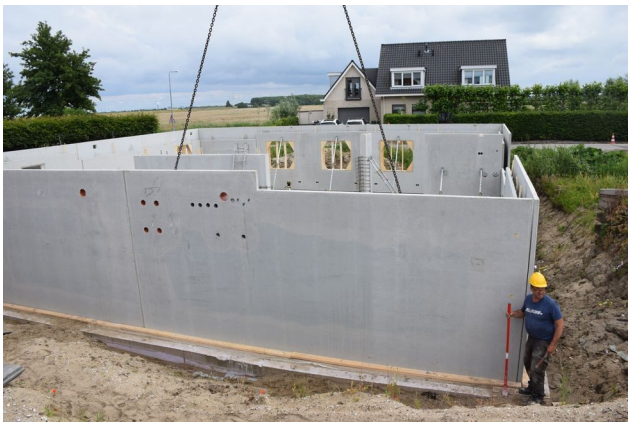
Productietekeningen.



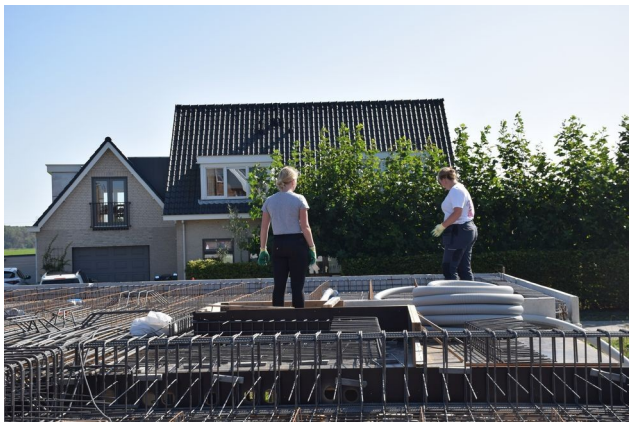
Foto’s.



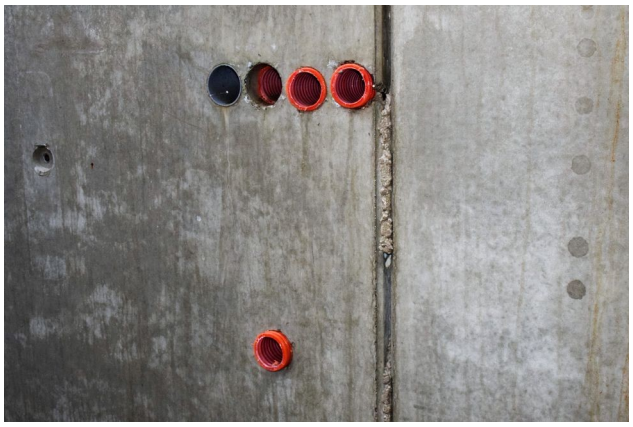
Holwanden.



Holwanden.



Holwanden.



Holwanden.