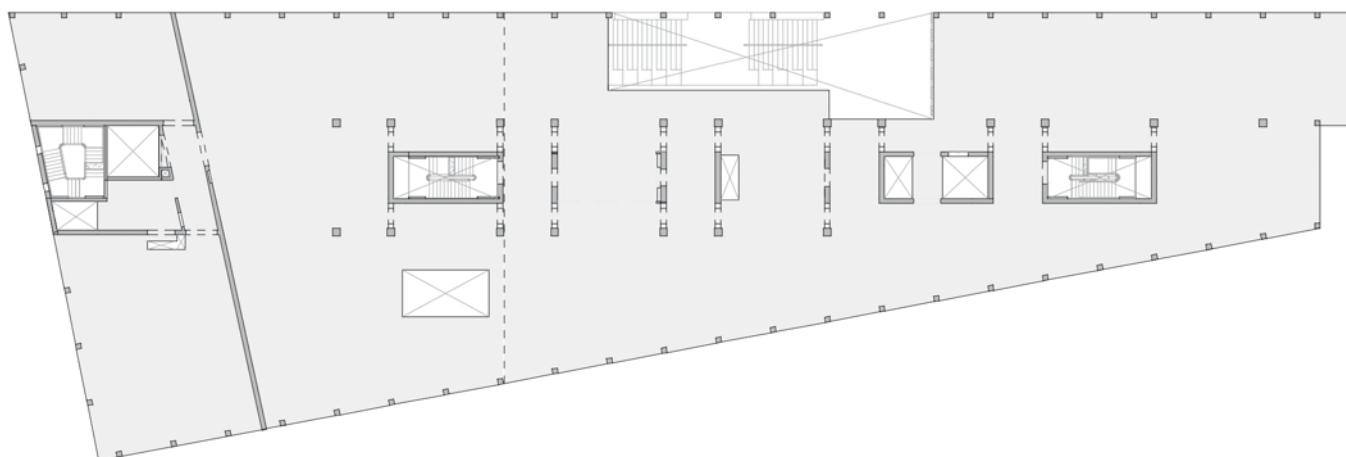


CSM-wanden en
gewichtsbeparende vloeren
in de Rozet in Arnhem

Gebouw van het jaar geconstrueerd





In de Arnhemse binnenstad prijkt sinds vorig jaar het opvallende gebouw Rozet. In dit kenniscluster zijn verschillende culturele en educatieve instellingen gebundeld: Bibliotheek, Erfgoedcentrum, Kunstbedrijf en Volksuniversiteit. Hiermee is het een van de belangrijkste openbare gebouwen in de stad. De betonnen draagconstructie bestaat uit gewichtsbesparende vloeren, wanden, balken en kolommen. Gezamenlijk dragen ze bij aan de stabiliteit van het gebouw.

Rozet is gelegen aan een van de belangrijkste verbindingroutes van de stad: van het station naar het Kerkplein. Het gebouw is ontworpen als de verlenging van de stedelijke route. Deze route doorkruist het gebouw via een 'binnenstraat', een langgerekte, publieke galerij die alle functies van het gebouw verbindt. Het gebouw heeft een totaal vloeroppervlak van circa 11 000 m², is 87 m lang en verloopt in breedte van 15 m aan de ene zijde tot 31 m aan de ander zijde. De kelder is ruim 5 m diep en de bovenbouw bestaat uit zes bouwlagen van elk 4,35 m hoog, wat neerkomt op een totale hoogte van ruim 26 m. In het voorjaar van 2014 is Rozet gekozen tot BNA Gebouw van het Jaar 2014.

Constructief ontwerp

De hoofdconstructie bestaat uit een kolommenstructuur met vlakke plaatvloeren. De prefabbetonnen gevelkolommen zijn geplaatst op een stramien van 3,6 m. De kolommen in het midden op een wisselend stramien van 3,6 en 7,2 m. De over-

spanning tussen het middengebied en de gevel is aan één zijde 7,2 m en varieert door de schuinlopende gevel aan de andere zijde van 7,2 tot 12 m (fig. 2). In het midden is een aantal dragende prefabbetonnen stabiliteitskernen gesitueerd. Vooral in de dwarsrichting moest vanuit het architectonisch ontwerp met een beperkte doorsnede worden gewerkt. Door het samen laten werken van wanden, balken en kolommen is voldoende stabiliteit gecreëerd (foto 3).

Voor de vloeren is gekozen voor vlakke plaatvloeren die zijn voorzien van gewichtsbesparende elementen (Cobiax-vloer). De vloer is 390 mm dik en volledig vlak en obstakelvrij uitgevoerd. Door de kunststofelementen in de vloer wordt ongeveer 25% van het totale gewicht van de vloer bespaard ten opzichte van een massieve vloer. De onderzijde van de vloer blijft in het zicht en de installaties kunnen onbelemmerd onder de vloer worden aangebracht. Ook is hiermee een geheel vrij indeelbare ruimte en een vrij indeelbare gevel gerealiseerd.

In verband met de relatief grote lengte van 87 m, is in de bovenbouw één gebouwdilatatie voorzien. Door het toepassen van deuvels in de vloer is een horizontaal schuivende verbinding gemaakt tussen beide gebouwdelen. Een dubbeling van constructie was hierdoor niet nodig. De kelder is ongedilateerd uitgevoerd.

BIM

Bij de totstandkoming van dit project heeft BIM een belangrijke rol gespeeld. Zowel de bouwkundige als de constructieve en installatietechnische onderdelen zijn door de diverse partijen in een 3D-BIM-model getekend. Met behulp van dit model werd het proces beheersbaar. Ook in de engineering van de betonconstructie is de 3D-informatie uit het model gebruikt om in een 3D-rekenpakket verder uit te werken.

Het gebouw is op staal gefundeerd op een 1 m dikke in het werk gestorte betonnen funderingsplaat die tevens de keldervloer vormt. Op de keldervloer zijn de kolommen en de kelderwanden geplaatst. De stabiliteitskernen en -wanden zijn in deze plaat ingeklemd.

Bouwkuip

Rozet is gelegen in een historisch deel van de binnenstad, direct naast het oudste gebouw van Arnhem, het Sint Petersgasthuis (1354). Om die reden was extra aandacht nodig voor de ruim 6 m diepe bouwput voor de kelder.



3 Door het samen laten werken van wanden, balken en kolommen is voldoende stabiliteit gecreëerd

4 Cutter Soil Mix-wand in uitvoering

5 Een groot deel van de constructie is bekleed in eikenhout

foto: ScagliolaBrakkee / Neutelings Riedijk Architecten

Tunnels

Als sluitstuk van de ruwbouw zou Rozet door middel van een ondergrondse verbindingsgang met de naastgelegen historische kelders worden verbonden. Bij de uitvoering hiervan werden aannemer, opdrachtgever en constructeur nog verrast doordat bleek dat de buitengevel van het naastgelegen pand nauwelijks was gefundeerd. Sterker nog, de kelders bleken dieper te zijn aangelegd dan de fundering van de gevel rijkt. Hierdoor zou bij het injecteren van de grond onder de gevel de injectievloeistof wegvloeien in de kelders. Om de aanleg van de tunnel toch mogelijk te maken, is eerst onder de bestaande gevel een nieuwe diepe funderingswand gemaakt. Dit is gedaan door stukje bij beetje de gevel te ondergraven en de ontstane ruimte vol te storten met beton waarmee feitelijk het aanlegniveau van de fundering is verlaagd. Na deze tijdrovende klus kon worden gestart met de aanleg van de tunnel.

Varianten bouwkuip

In een variantenstudie is de haalbaarheid van verschillende bouwputbegrenzings onderzocht. Hierbij is gekeken naar uitvoeringstechnische aspecten en kosten. In een matrix zijn alle mogelijke varianten vergeleken (tabel 1). Op basis van aspecten als trillingen, benodigde ruimte, grondwaterniveau en puin in de grond zijn de voor- en nadelen van elk systeem vergeleken. Stalen damwanden, diepwanden en een boorpalenwand vielen af. De uiteindelijke keuze viel op de Cutter Soil Mix (CSM)-wand.

Bij dit systeem wordt een metalen voerbuis samen met een freeskop trillingsvrij de grond ingebracht, waarbij continu een cementgebonden injectievloeistof onder druk wordt gemixt met de losgemaakte grond (foto 4). Zo wordt steeds een stabiel en vast geheel gevormd.

Na het realiseren van een paneel kan de wapening in de vorm van stalen profielen in het dan nog vloeibare mengsel worden gedrukt.

De sterkte en stijfheid van de wand is afhankelijk van de aanwezige grondsoort. Om alle risico's uit te sluiten, is in de sterkteberekening van de wand alleen het aandeel van het staalprofiel meegenomen.

De CSM-wand kent een aantal voordelen. Het is een trillingsvrij systeem, er treedt geen grondontspanning op en beperkte obstakels vormen geen probleem voor de frees. Bovendien hoeft er nagenoeg geen grond te worden afgevoerd.

Ook voor de onderafsluiting van de bouwput zijn verschillende mogelijkheden naast elkaar gezet. Naast de optie om traditioneel te bemalen, is ook de mogelijkheid tot de toepassing van een injectie laag of onderwaterbeton beschouwd.

Grondwaterstromingen en de mogelijk aanwezige obstakels in



5

de ondergrond zouden een injectielaag kunnen verstoren. De risico's op lekkage bij dit systeem waren te groot.

Om een onderwaterbetonvloer te kunnen toepassen, zou deze circa 2 m dik moeten worden als gewichtsvloer, of 1 m dik in combinatie met trekelementen. Voor beide opties bleken de kosten hoog. Bovendien was het niet wenselijk alle natte uitkomende grond door de binnenstad af te voeren.

Een traditionele bemaling bleek bij dit project de meest economische oplossing.

Realisatie bouwkuip

De grondkeringen zijn uitgevoerd tot een diepte van 11,5 m onder maaiveld. Voordat de bouwkuip werd ontgraven, is een stempeling aangebracht om de vervormingen van de CSM-wand tot een minimum te beperken. Tijdens het hele uitvoeringsproces van de bouwput zijn deformaties van zowel naastliggende bebouwing als die van de bouwputwanden automa-

tisch gemonitord. De maximale vervormingen en trillingen zijn binnen de gestelde grenzen gebleven.

Na het installeren van de bemaling en het aanbrengen van een stempelraam is de put verder ontgraven (foto 6).

Vervolgens is de hele funderingsplaat (keldervloer) gestort in één nacht. Betonmixers reden af en aan om in totaal 2000 m³ beton naar hartje Arnhem te brengen. Na verharden kon de betonplaat dienen als horizontale steun voor de CSM-wand en is het stempelraam verwijderd. Door de aansluiting van de keldervloer op de CSM-wand waterdicht uit te voeren, kon de bemaling na het storten van de vloer grotendeels worden gestopt. Binnen de CSM-wand zijn vervolgens de kelderwanden gestort die als permanente water- en grondkering dienen. De CSM-wand heeft na voltooiing van de bouw geen functie meer en blijft in de ondergrond achter.

Uitvoering

Een van de grote uitdagingen voor de aannemer was de beperkt beschikbare werkruimte in de binnenstad. Dit is mede bepalend geweest in de keuze voor prefab beton, voor nagenoeg alle onderdelen van de draagconstructie. Twee torenkranen hebben de bijna 700 dragende prefab wand- en kolomelementen op hun plaats gehesen. Een strakke uitvoeringsplanning heeft ertoe geleid dat elke drie weken een verdieping is gebouwd. Hierbij is een splitsing gemaakt ter plaatse van de dilatatie. Aan de ene zijde van het gebouw werd aan de vloer gewerkt, terwijl aan de andere zijde de wanden en kolommen voor de volgende verdieping konden worden geplaatst.

Tabel 1 Resultaten variantenstudie naar haalbaarheid van verschillende bouwputbegrenzingsen

	stalen damwand	palenwand	CSM-wand	diepwand
monitoring	intensief	extensief	extensief	extensief
trillingshinder	zeer groot	nihil	nihil	nihil
ruimtebeslag (wand)	beperkt	redelijk	redelijk	redelijk
ruimtebeslag installatie	beperkt	beperkt	beperkt	groot
risico uitvoering	groot	beperkt	beperkt	beperkt
beïnvloeding fundering (staal)	beperkt tot groot	beperkt	geen	geen
draagkracht	beperkt	groot	redelijk tot groot	zeer groot
tijdsduur arbeid	beperkt	groot	groot	groot
kosten variant	referentie	duurder	duurder	veel duurder



- 6 Storten keldervloer
- 7 De prefabbetonnen wanden van de stabiliteitskernen zijn voorzien van een structuur van hout
foto: Robert Peters
- 8 De gains voor de stekken zijn voorzien van injectieslangetjes
foto: Robert Peters
- 9 De gevelelementen vallen op door hun honinggele kleur en zijn voorzien van verschillende decoratieve elementen als kartelranden en rozetten
foto: ScagliolaBrakkee / Neutelings Riedijk Architecten
- 10 De zware gevelelementen worden met stalen schoenen direct aan de vloerrand opgehangen

6



een vloeibare mortel tot deze uit de ontluuchtingsslangen komt. Dankzij deze oplossing is de aftekening van de stekken beperkt.

Gevel

De prominente buitengevel bestaat uit verticaal georiënteerde U-vormige prefab schoonbetonnen gevelelementen. De tussengelegene ruimten worden ingevuld met terugliggende verticale puien (foto 1). De gevelelementen vallen allereerst op door hun honinggele kleur. Ze zijn voorzien van verschillende decoratieve elementen als kartelranden en rozetten waar het gebouw zijn naam aan ontleent (foto 9). Daarnaast zijn ook nog drie verschillende manieren van bewerking van de oppervlakken van de elementen toegepast: polijsten, stralen en deels schoon uit de kist. Door deze combinatie van kleur, vorm en oppervlaktebewerkingen ontstaat een gevel die 'leeft' in het zonlicht vanwege de bijbehorende schaduwwerking.

7

De vloer achter de gevel is opgelegd op de kolommen zonder balk of verzwaringen. De vloer ligt gelijk aan de buitenzijde van de kolommen. Dit vormt een goede basis voor de verticaal gelede gevel. Verticaal georiënteerde puien en houtskeletbouw-binnenbladelementen overspannen van vloer naar vloer. Voor

Schoonbeton

Een groot deel van de constructie in het interieur is bekleed met eikenhout (foto 5) maar op enkele plaatsen wordt iets van de achterliggende betonconstructie prijsgegeven. Op die punten is de constructie uitgevoerd in schoonbeton. De prefabbetonnen wanden van de stabiliteitskernen zijn voorzien van een structuur van houten planken (foto 7). De naden van de elementen zijn nauwelijks te herkennen omdat deze heel subtiel in het plankenpatroon zijn opgenomen. Van stopcontacten tot brandslanghaspels, alles is volledig in de detaillering van het plankenpatroon geïntegreerd. Een resultaat als dit vereist een uiterst nauwkeurig ontwerp, werkvoorbereiding, productie én uitvoering.

De gains voor de stekken zijn in dit geval niet voorzien van gietopeningen maar van ontluuchtingsslangen: injectieslangetjes met een diameter van 16 mm (foto 8). De voegen onder de elementen en de gains worden van onderuit geïnjecteerd met



8

Feiten en cijfers:

- 265 prefab wanden
- 6000 m³ beton
- 600 000 kg wapening
- 821 prefab gevelelementen
- 427 prefab kolommen
- 1000 m² stalen gevels
- 3000 m² houtskelet gevels



9

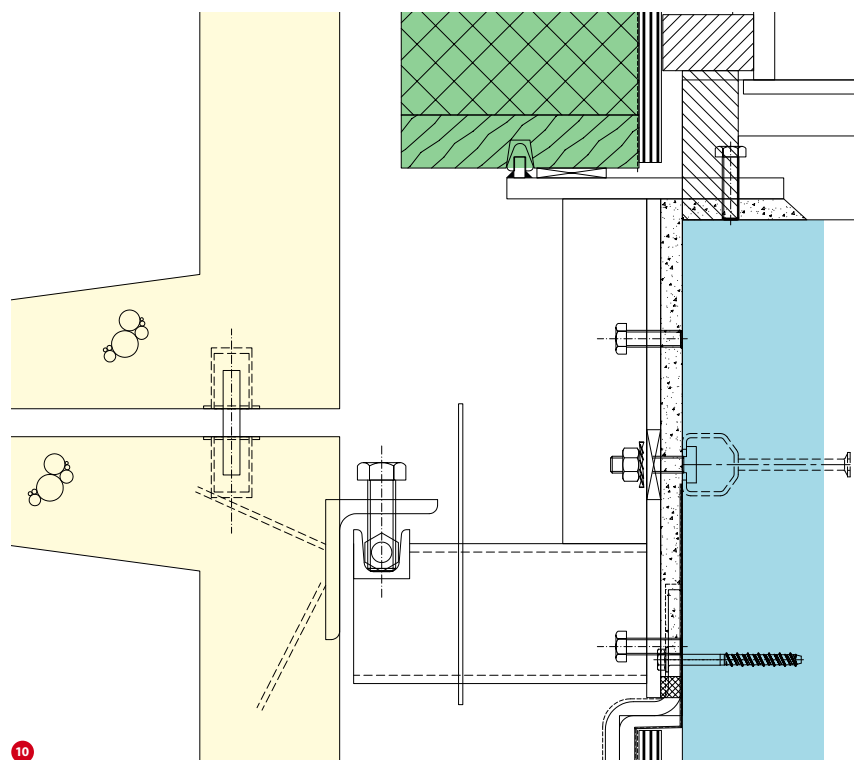
de houtskelbouwelementen worden de prefabbetonnen gevel-elementen opgehangen. Door de relatief kleine overspanningen van de vloer ter plaatse van de gevels kunnen de zware gevel-elementen direct aan de vloerrand worden opgehangen. Hier-voor zijn stalen schoenen toegepast (fig. 10).

Binnenstraat

De trap die in de binnenstraat als een rode draad door het gebouw naar boven slingert, heeft een basis van kanaalplaten die op schuinliggende prefabbetonnen en stalen liggers zijn opgelegd. De trap is op de kanaalplaten uitgetimmerd. Langs de binnenstraat is een tweeverdiepingshoge glazen gevel gemaakt die wat terugligt ten opzichte van de rest van de gevel.

Duurzaam gebouw

In Rozet zijn verschillende maatregelen genomen die het tot een duurzaam gebouw maken. De binnenstraat wordt ingezet als klimaatneutrale ventilatievoorziening, waarbij wordt gebruikgemaakt van de natuurlijke trek. Het dak is geheel uitgevoerd als groendak, waardoor het bijdraagt aan de koeling, een waterbuffer vormt en een aantrekkelijk stedelijk milieu biedt aan vogels en insecten. Tevens is het dak voorzien van zonnepanelen, waardoor het voorziet in een substantieel deel van de energiebehoefte van het gebouw. Omdat daarnaast ook nog warmte- en koudeopslag (WKO) plaatsvindt in de bodem, is Rozet een van de duurzaamste gebouwen in Arnhem. ☒



10

PROJECTGEGEVENS

project Rozet
opdrachtgever Gemeente Arnhem
architect Neutelings Riedijk Architecten
constructeur Advies- en Ingenieursbureau Van de Laar

bouwkundig advies ABT Adviesbureau
aannemer Bouwbedrijf Wessels Rijssen
prefab beton Westo Prefab Beton Systemen
vloeren Cobiax / Gelissen Beton
gevels Rollecate