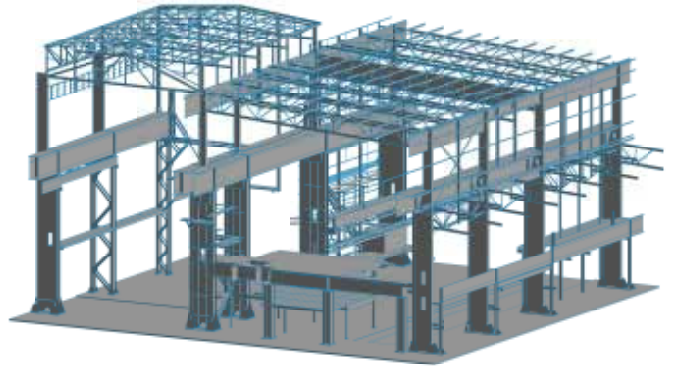


Oude constructie met Giethal 2 (l) en de Machinehal.



Aangepaste constructie met ruimte voor de nieuwe continugietmachine.

Consequenties van een kolomverplaatsing

In het constructief ontwerp van de gebouwaanpassing van de Oxystaalfabriek staat de volgorde van de werkzaamheden centraal. Doorgang van het bedrijfsproces is leidend bij alle operaties. De verplaatsing van de hoofdkolom, met als consequentie het vervangen van de kraanbaanliggers en de opvang van de dakconstructie, vraagt meerdere constructieve deeloplossingen. Er zijn steeds raakvlakken en steeds strenge veiligheidseisen. Plus de afmetingen van verschillende elementen zijn buitengewoon.

ir. D. Rietdijk RC en ir. R.H. Wiltjer RO

Dennis Rietdijk is projectleider bij en Remko Wiltjer is raadgevend ingenieur bij en directielid van IMd Raadgevende Ingenieurs in Rotterdam.

De bestaande draagconstructie van de verschillende hallen van de Oxystaalfabriek (Giethal, Machinehal en Snijhal) bestaat uit kolommen met een dak van vakwerkspanten en gordingen voorzien van stalen dakplaten. De kolommen ondersteunen op $\pm 2/3$ van de hoogte aan weerszijden de kraanbaanliggers van de bovenloopkranen.

De kolommen verzorgen via een inklemming in de fundering en een doorkoppeling in het dak de stabiliteit in dwarsrichting. De horizontale krachten door schranken van de kranen zijn hierbij maatgevend ten opzichte van de windkrachten. In de langsrichting wordt de stabiliteit verzorgd door verticale rem-/windverbanden. De afmetingen van de diverse elementen zijn buitengewoon. De kolommen (h.o.h. 18 m) zijn 35 m hoog met over de onderste 26 m een doorsnede van 3,5x1,0 m. Op 26 m hoogte liggen de 3,5 m hoge kraanbaanliggers. Voor de te verplaatsen kolom

betreft dit kraanbaanliggers die bovenloopkranen ondersteunen met een hijscapaciteit van 480 ton en 165 ton. Aan de bovenzijde van de kolommen liggen de 3,0 m hoge dakliggers die uitgevoerd zijn als plaatliggers. Op de plaatliggers sluiten h.o.h. 9 m de stalen vakwerken van de dakconstructie aan die de halbreedtes van 27,5 m (Giethal), 40 m (Machinehal) en 40 m (Snijhal) overspannen. Door het verplaatsen van de kolom overspannen de kraanbaanliggers nu 11 en 25 m in plaats van tweemaal 18 m in de bestaande situatie.

Ontwerp

Tijdens het voorlopig ontwerp zijn eerste de raakvlakken voor het verplaatsen van de kolom in beeld gebracht. Door de verplaatsing was het noodzakelijk de kraanbaanliggers en bijbehorende remliggers te vervangen. Het verticale rem-/windverband diende verwijderd en op een andere positie weer

teruggebracht te worden in de vorm van een drukdiagonaal.

Daarnaast was het nodig om een opvangconstructie voor het dak te realiseren en aan te tonen dat de stabiliteit van het gebouw, dat verzorgd wordt door de in de fundering ingeklemde hoofdkolommen van de verschillende hallen, gewaarborgd blijft. De fasering van deze werkzaamheden en de te slopen onderdelen stonden hierbij centraal gezien dit een grote relatie heeft met de uitvoering en de productie van de staalfabriek die, op een 30 uur stilstand na, doorgang moest hebben.

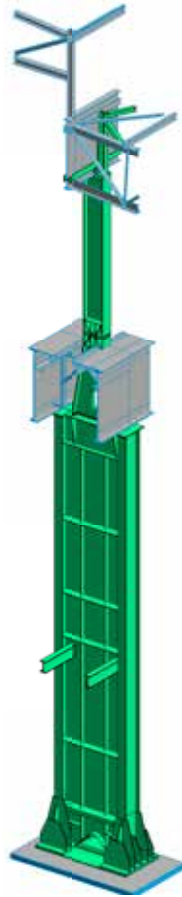
Alternatieve oplossing

De krachten op de kolommen en de fundering worden hoofdzakelijk bepaald door de kraanbelastingen waarbij te allen tijde de situatie dat de kraan recht boven een kolom staat maatgevend is voor de kolom en de onderliggende fundering. Vanuit die gedachte is tijdens het voorlopig ontwerp een alternatieve oplossing voor het verplaatsen van de kolom uitgebreid onderzocht. Door de kolom niet te verplaatsen, maar in plaats daarvan het onderste deel te verwijderen en op te hangen aan een vakwerk die met een overspanning van 36 m draagt op de naastliggende kolommen. Daarmee zou een aantal genoemde aanpassingen niet nodig zijn dat zowel in tijd als geld een voordeel zou kunnen zijn. De opvang van de dakconstructie en de bestaande kraanbaanliggers met remliggers zouden met deze

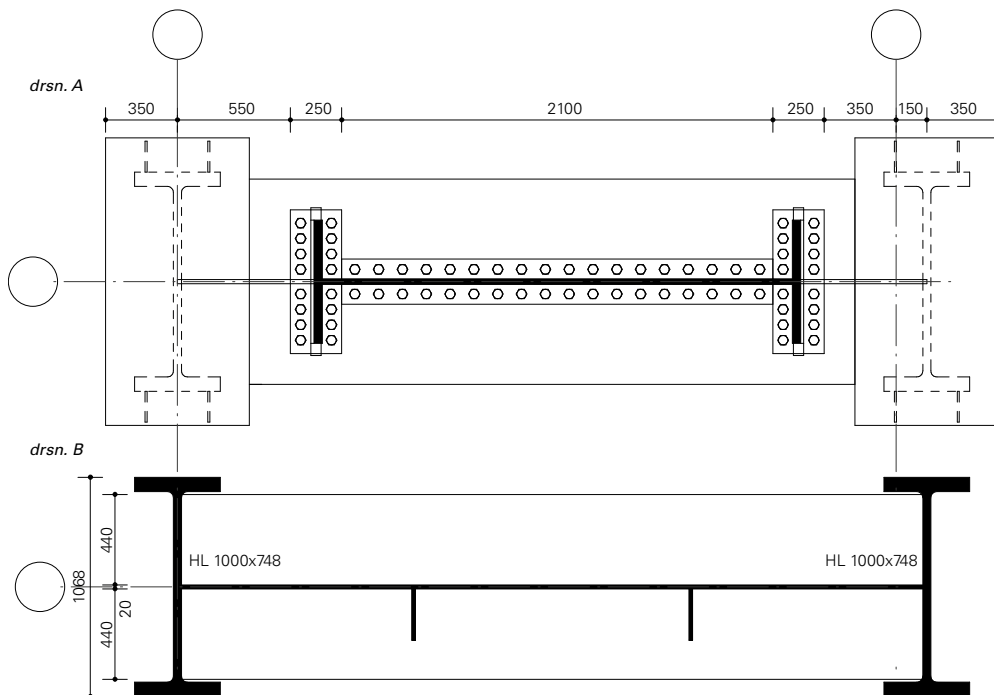
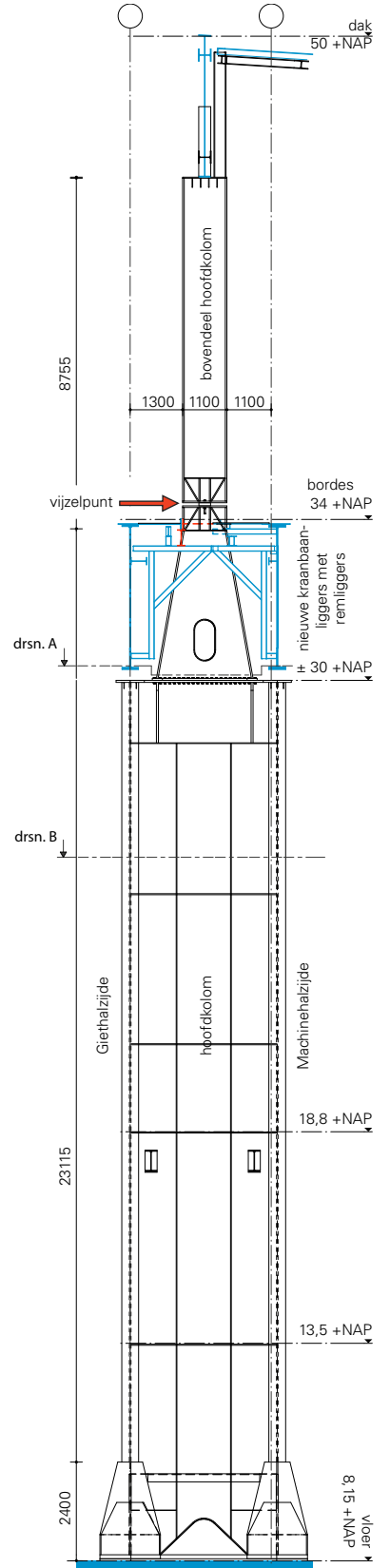


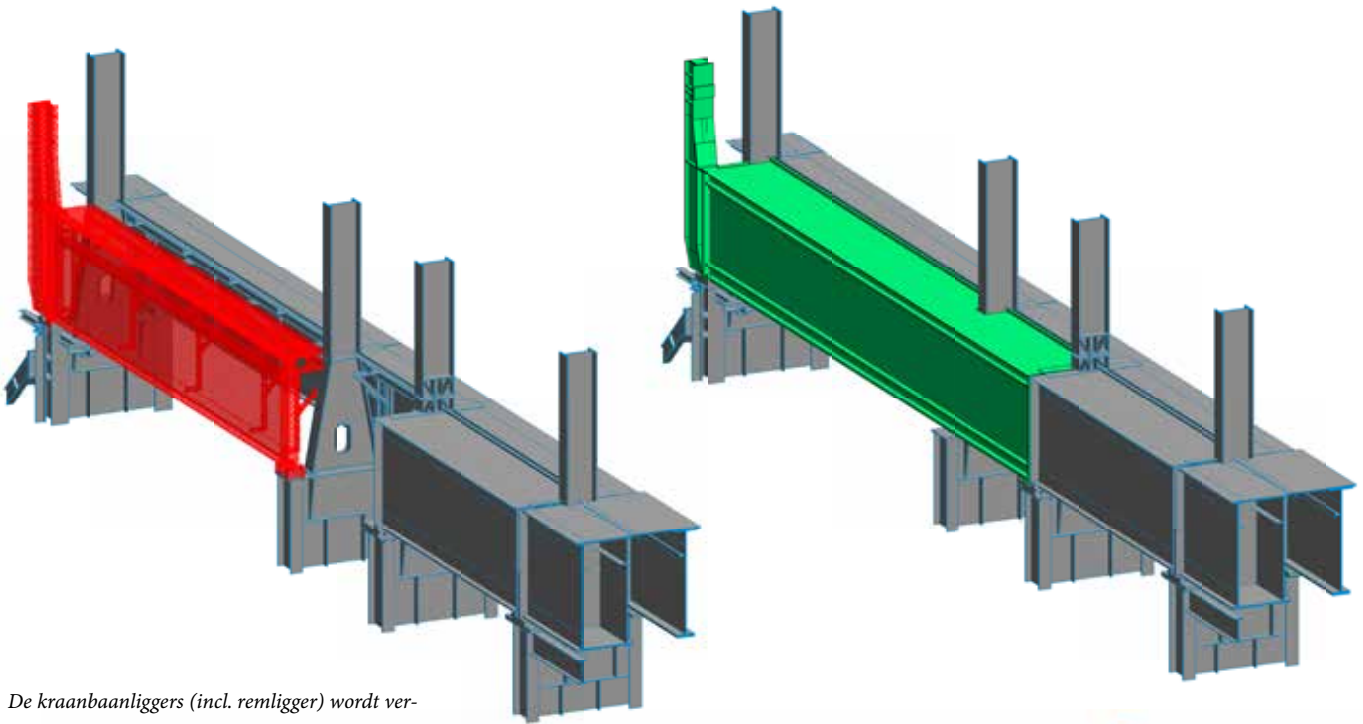
Alternatieve vakwerkconstructie (Machinehalzijde).

Door het verplaatsen van de kolom overspannen de kraanbaanliggers nu 11 en 25 m in plaats van tweemaal 18 m in de bestaande situatie.

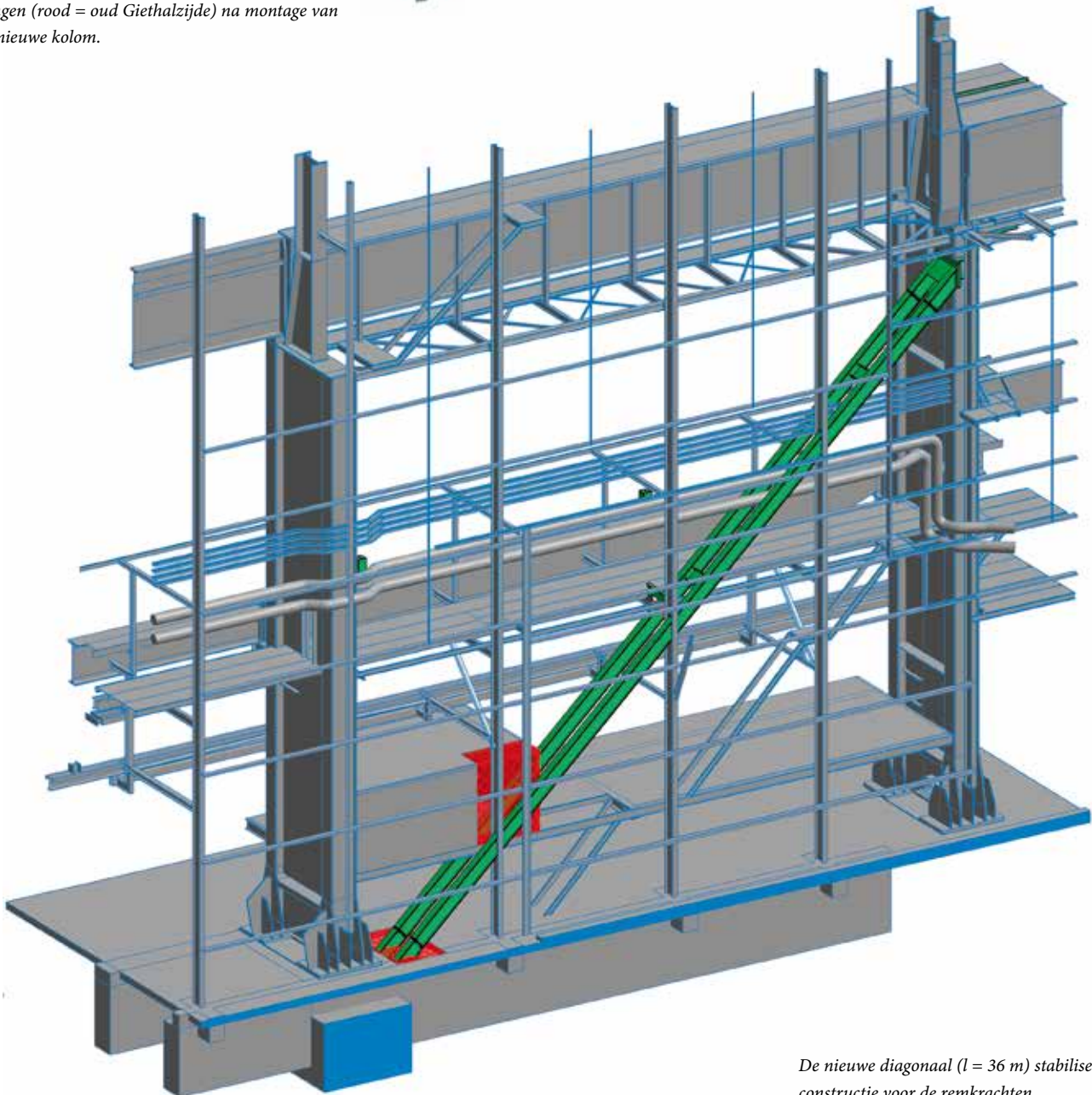


De kolom is op locatie samengesteld uit drie delen.





De kraanbaanliggers (incl. remlijger) wordt vervangen (rood = oud Giethalzijde) na montage van de nieuwe kolom.



De nieuwe diagonaal ($l = 36\text{ m}$) stabiliseert de constructie voor de remkrachten.



Montage (eerste deel) kraanbaan Giethal.



De kraanbaanliggers zijn 3,5 m hoog.



De drukdiagonaal is ook berekend op een bufferstootkracht van 2300 kN.

oplossing gehandhaafd blijven en daarnaast zou een nieuwe fundering voor de nieuwe kolom overbodig zijn.

De alternatieve oplossing is verder uitgewerkt, waarbij de krachten uit de kraanbanen excentrisch aangrijpen op het vakwerk. Het vakwerk wordt centrisc tussen de twee kraanbaanliggers (h.o.h. 3,65 m) aangebracht waardoor vooral door de 480 tons-kraan een groot excentriciteitsmoment opgenomen moest worden. De oplossing was een stalen koker 1,5x3 m (bxh) tussen de kraanbaanliggers in. Uiteindelijk is niet voor het alternatief gekozen vanwege de bijbehorende risico's tijdens de uitvoering, die ook betrekking hebben op de levensduur van de constructie. Tijdens de uitvoering zou veel in de fabriek moeten worden gelast op een lastig bereikbare en krappe locatie. De veiligheid, bijvoorbeeld met het oog op vluchten, kwam daarmee onacceptabel in het geding. Daarnaast gaat het om lasverbindingen die op trek en vermoeiing worden belast. En dat was ook niet gewenst vanwege de bijbehorende bezwijkvorm.

Kraanbaan- en remliggers

Voor de kraanbaanliggers en de remliggers gelden strenge eisen voor de vervorming: 1/1000 van de overspanning. Dat geldt zowel

horizontaal als verticaal. Deze eis is omschreven in de *Technische Richtlijn Kraanbanen* van Tata Steel. Tevens is voorgeschreven dat de onder- en bovenzijde van de kraanbaanliggers bestaan uit halve walsprofielen vanwege de wioldrukken en met het oog op vermoeiing.

De kraanbaanliggers van 3,5 m hoog zijn vervaardigd uit twee halve HL1000x748-profielen met een gelaste plaat ertussen. Dezelfde profielen zijn gebruikt voor beide kraanbaanliggers met een overspanning van 11 m en de kraanbaanligger voor de 165 tons-kraan met een overspanning van 25 m, alsmede voor de samengestelde hoofdkolom. Deze profielen worden namelijk uitsluitend gewalst bij een bestelling boven de 50.000 kg.

Voor de kraanbaanligger met een overspanning van 25 m voor de 480 tons-kraan zijn geen HL-profielen maar HD400x744-profielen toegepast. Volgens de Tata-richtlijn zou deze ligger eigenlijk ontworpen moeten worden als kokerprofiel. In dit geval is gekozen voor een I-profiel, zodat het bestaande oplegblok kon worden hergebruikt voor een beperkte productiestilstand.

Ten behoeve van het opnemen van de horizontale belasting, zijn remliggers toegepast die tevens fungeren als loopbordes. De rem-

liggers zijn opgebouwd uit staalplaten van 10 mm dik met aan het uiteinde een doorlopend UNP 320-profiel. Aan de zijde van de kraanbaanligger verzorgt de aangelaste plaat van 600x20 mm via kikkerplaten de koppeling aan de kraanbaanligger.

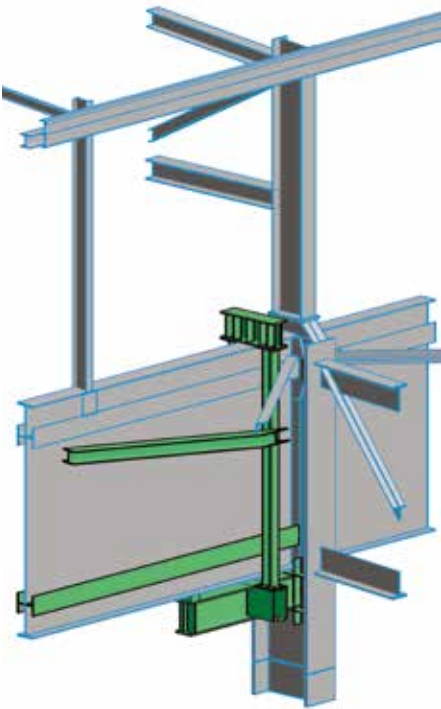
In de berekening zijn alle lassen voor de kraanbaanliggers en remliggers op vermoeiing gecontroleerd. De remliggers en kraanbaanliggers zijn zo ontworpen dat ze bij eventuele schade 1-op-1 kunnen worden uitgewisseld.

Drukdiagonaal

Ter vervanging van het verticale rem-/windverband is een nieuwe drukdiagonaal aangebracht. De diagonaal met een lengte van 36 m stabiliseert de constructie voor de remkrachten van de 480 tons-kraanbaan. Ook is de drukdiagonaal berekend op de bufferstootkracht van 2300 kN, die kan ontstaan bij een calamiteit.

De drukdiagonaal is samengesteld uit twee HEB 500-profielen die een aantal keer zijn gekoppeld en volledig afgestemd met de aanwezige media en installaties die niet verplaatst of verwijderd kon worden. Dit vanwege het fabrieksproces.

In een later stadium, tijdens de uitvoering, is door de drukdiagonaal ook nog een vak-



Versterkingen bestaande constructie.

werkspant aangebracht om de gevelkolommen op te vangen. Voor de bereikbaarheid van de bouwplaats moest deze deels verwijderd worden.

Opvang dakconstructie

Door het verplaatsten van de kolom moest een opvangconstructie worden gemaakt voor de plaatligger van de dakconstructie. Deze bestaande plaatligger boven de nieuwe kolom is hiervoor uitkragend berekend en aan het uiteinde is bij de te slopen kolom een opvangconstructie gemaakt. De opvangconstructie is zodanig gedetailleerd dat deze onder spanning aangebracht kon worden voor de kolomsloop. De uitkragende plaatligger is door het gewijzigde krachtspel aan de onderzijde versterkt met een plooverstijver. De opvangconstructie is uitgevoerd met een stalen console die door de bestaande kolom heen steekt en via een ophangconstructie aan een ligger hangt die afsteunt op de bovenzijde van de plaatligger. Een eenvoudige verbinding, waarmee het aansluiten van extra schotten kon worden vermeden. De opvangconstructie is tijdens de 30 uur-stilstand op spanning gebracht via een



Montage opvangconstructie die daarna op spanning is gebracht met vijzels om dak op te vangen.

vijzelconstructie aan de onderzijde van het bovendeel van de nieuwe kolom. Deze locatie, de bovenzijde van de remliggers, was goed bereikbaar en daarnaast kon op deze manier een goede 'scharnierende' verbinding gemaakt worden. De scharnierverbinding voorkomt dat de horizontale (schrang)-krachten uit de kraanbanen doorgegeven worden aan de dakconstructie en daarmee invloed hebben op de stabiliteit van het gebouw. De schrankkrachten blijven zo in het in de fundering ingeklemde onderste deel van de kolom. De stabiliteitskrachten uit de oorspronkelijke kolom dragen via een nieuw kruisverband in het dakvlak af naar de naastliggende kolommen.

Fasering

Zoals genoemd was de fasering van de werkzaamheden een van de belangrijkste onderdelen vanwege het doorlopende productieproces. De kranen moesten in gebruik blijven. Aan een zijde van de kolom betekende dit een frequentie van een keer per half uur en aan de andere zijde van een keer per 4 uur. Voor de aanbesteding is een faseringsrapportage gemaakt die aangeeft in welke volgorde

de werkzaamheden moeten worden uitgevoerd. Hierbij was onderscheid gemaakt in een voorbereidingsfase en stilstandsfase. De fasering is tevens in een 3D-model en op tekening weergegeven.

De voorbereidingsfase betrof het slopen van een aantal onderdelen, het omleggen van media en het aanbrengen van de nodige constructieonderdelen voordat stilstand plaatsvond, zoals het kruisverband in het dak, opvangconstructie van het dak, de drukdiagonaal en het plaatsen van het onderste deel van de kolom.

Vanuit de uitvoering had men tijdens de voorbereiding nog extra maatregelen genomen door bijvoorbeeld alle bouten alvast te lossen en waar mogelijk weg te laten om eventuele problemen hiermee tijdens de stilstandsfase voor te zijn.

Veiligheid boven alles, zoals het Tata Steel betaamt. Een belangrijke omstandigheid was dat slechts 20 m naast de bouwlocatie wordt gewerkt met grote pannen vloeibaar staal. Een veiligheidsfunctionaris was continu aanwezig bij de verschillende kraanbewegingen, om ervoor te zorgen dat niemand zich onder de lasten aan de kraan bevond. •

