

ISSN 0166-6363.

Uitgever Marco Pauw.

Redactie Paul van Deelen • Henk Orsel • Marco Pauw.

Medewerker Cor van Eldik • Hans Emeis.

Redactieraad dr.ir. R. Abspoel, TU Delft • W. Borgstein, Tata Steel • ir. M.F.I. Braem, Croes • M. Derks, Coatinc • ir. Y. van Diermen, Pieters Bouwtechniek • mw. E. Dolkemade, KOers/TU Eindhoven • P. ter Haar, Zinkinfo Benelux • ir. M. Horikx, Hogeschool van Amsterdam • G.J. Kannekens, Severfield • ir. F. Maatje (voorzitter), Bouwen met Staal • ir. K. Oosterman, ZJA • ing. R. Roef, Construsoft • ing. J. Seinen, Rijkswaterstaat • R. den Toom, SNS • mw. A. van Stiphout, Jack Muller • ir. L.I. Vákár, Movares • ing. F.E. Vasquez, DumeboDWS • T.S. Wolvekamp MSc, BAM Infra Consult.

Redactie en administratie Bouwen met Staal • Louis Braillelaan 80 • 2719 EK • Zoetermeer • tel. (088) 353 12 12 • bms@bouwenmetstaal.nl.

Advertenties Advercom • Teding van Berkhoutstraat 88 zw • 2032 LN Haarlem • tel. 023-737 07 96/06-24 68 52 25 • edejong@advercom.nl • www.advercom.nl.

Vormgeving Banee Design, Rotterdam • www.banee-design.nl.

Druk Veldhuis Media, Raalte • www.veldhuismedia.nl.

Vrijwaring Uitgever, redactie en medewerkers verklaren dat de inhoud van dit vakblad zorgvuldig en naar beste weten is samengesteld. Zij aanvaarden geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, als gevolg van handelingen en/of beslissingen die zijn gebaseerd op de geboden informatie.

Abonnementen 2017 Binnenland € 66; buitenland € 91; studenten € 20 (via Staalkaarthouder); losse nummers € 21 (prijzen incl. btw). Annuleren voor 2018 is mogelijk tot 1 december 2017. Een abonnement is ook verkrijgbaar als onderdeel van het lidmaatschap van Bouwen met Staal. Abonnees hebben geen toegang tot de digitale versie(s) van het vakblad.

Lidmaatschap Bouwen met Staal Het lidmaatschap geeft recht op één of meer abonnementen op het vakblad *Bouwen met Staal* en gratis deelname aan avondsessies. Als (bedrijfs)lid ontvangt u ook korting op studiedagen, excursies en op andere producten en diensten van Bouwen met Staal (zoals publicaties, cursussen, opleidingen en de Nationale Staalbouwdag). Bovendien krijgt elk lid toegang tot de digitale versie(s) van het vakblad (online bladermodule en als App) en het archief (online) dat per artikel kan worden geraadpleegd via bijvoorbeeld auteur, onderwerp of trefwoord.

Meer informatie en aanmelding(en) www.vakbladbouwenmetstaal.nl.

Foto p. 3 (rechts) René de Wit • www.architectuurfotografie.com.

Foto p. 7 (Michiel Visscher) Laura Nieuwenhuis • www.lauranieuwenhuis.nl.



04 NIEUWS

07 MICHIEL #3

Samenwerken of samen werken

24 WONEN MET STAAL (69): NEGEN CASCOWONINGEN, ALMERE OOSTERWOLD

Schaalvoordeel en vrij indeelbaar

P.F. van Deelen

40 KRAANBANEN (5)

Kraanraillassen

B. van de Kaa

56 JURIDISCHE ZAKEN (5): ONVOORZIENE OMSTANDIGHEDEN

Pacta sunt servanda: afspraak is afspraak

M.H.F. van der Lek-Langenhof

10 | 17 | 259

BOUWEN MET

vakblad over staal en staalconstructies

STAAL



30 | PROJECTEN

44 | TECHNIEK

10 CONCEPTONTWIKKELING

Doorschuifbrug

J.F.C. van Pelt

16 STAAL-GLAS CONSTRUCTIE, DELFT

Tijdelijk vakwerk met glazen diagonalen

R. Nijse en A. Snijder

30 UITBREIDING SPORTGEBOUW SNOWWORLD,
ZOETERMEER

Verlenging vraagt vizelbare kolommen

J.A.M. Roosendaal

44 VERBINDINGEN

Zwaluwstaart als constructieve stalen klikverbinding

H. Hofmeyer, S. Moriche Quesada, H.H. Snijder en A.F.M. Verbossen

50 BRANDWERENDHEID (1)

Brandwerendheid staalconstructie kan tandje terug met sprinklers

A.F. Hamerlinck, J.M.G van Lierop en R.P.W. Oldengarm

54 BRANDWERENDHEID (2)

Brandwerendheidseisen 30 minuten reduceren?

A.F. Hamerlinck en A. Doltsma



SMARTSTEEL

Bij dit nummer van het vakblad *Bouwen met Staal*, dat in september precies vijftig jaar geleden voor het eerst verscheen, ontvangen de abonnees een extraatje. In deze publicatie staat de digitalisering binnen de bouwkolom en het tegelijk beschikbaar komen van nieuwe technieken centraal, en de invloed hiervan op de staalbouw in het bijzonder.

SMARTSTEEL is inhoudelijk samengesteld door het vakblad, dat hierbij haar externe auteurs dank zegt. Voor de financiering danken wij de Vereniging Bouwen met Staal, M2i en niet in de laatste plaats WorldSteel, feitelijk de aanstichter van dit initiatief. Op verzoek van deze internationaal georiënteerde opdrachtgever is SMARTSTEEL Engelstalig, aangezien het hier een wereldwijde ontwikkeling betreft, en kunnen we deze gratis aanbieden aan onze abonnees.

Eind 2015 wordt besloten om de derde piste van SnowWorld Zoetermeer te verlengen. Het bestaande gebouw is eind vorige eeuw gebouwd op een voormalige stortplaats en heeft een lengte van 190 m. Dit gebouw wordt met 115 m verlengd tot 305 m. De lengte van de skibaan is dan 300 m (afb. 3). Het bestaande gebouw is gedeeltelijk tegen een 17 m hoge berg aangebouwd, de laatste stramienassen staan er bovenop. Om in de uitbreiding de vereiste helling te halen, is een constructie ontworpen die de baan onder de helling van 14° plaatst, ofwel bijna 25%.

Daardoor wordt een totale constructiehoogte aan de nok bereikt van ruim 70 m boven maaiveld.

Geschoord portaal

Voor de constructie onder de skibaan is gekozen voor een afgeschoorde pendelconstructie, zowel in langs- als dwarsrichting. In de dwarsrichting is voor een geschoord portaal gekozen, zie afbeelding 3. De hoofdkolommen onder de baan bestaan uit HD-profielen, terwijl de schoren en de horizontale staven van buisprofielen zijn gemaakt. Het voordeel van buisprofielen is dat ze bij een relatief slanke doorsnede in alle richtingen een gelijke drukcapaciteit bezitten.

Pen-gatkoppelingen

De schoren en de kolommen zijn met een zuivere scharnierverbinding door pen-gatkoppelingen verbonden (afb. 1). Deze koppeling geeft een goede, statisch bepaalde verbinding, wat nodig is om er zeker van te zijn dat de door het 3D-rekenprogramma bepaalde krachten in de knopen en in de staven ook daadwerkelijk optreden. Door de zich verplaatsende kolomvoeten leiden niet-volledige scharnierverbindingen tot ongewenste secundaire krachten en momenten. Bovendien zijn de verbindingen esthetisch meer verantwoord dan grote schetsplaten met veel bouten.

Voeten in aarde

De bestaande baan kon in langsrichting worden afgesteund naar windbokken op maaiveldniveau. Een uitbreiding naar een hoogte van 54 m was voor deze bokken niet



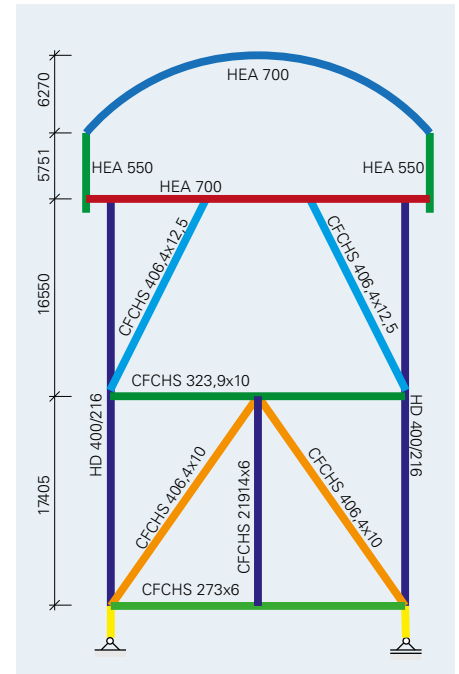
1. Pen-gatverbinding (Ø 120 mm, S355J0).



2. Bestaande kolom met uitschuifstelsel.

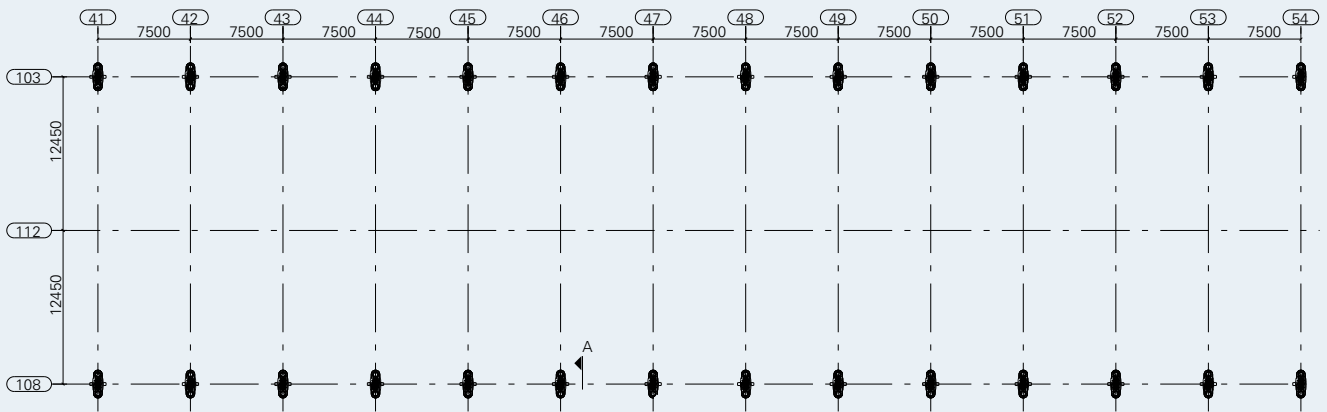
voorzien, zodat het nieuwe deel, om de windbelasting af te kunnen voeren naar de berg, nieuwe afschoringen in de langsrichting van de baan moet hebben (afb. p. 30-31). Om de trek- en drukkrachten op de fundatie zoveel mogelijk te minimaliseren, zijn beide nieuwe langswanden over de gehele lengte afgeschoord. Een groot, maar onderkend nadeel van deze oplossing is de eis ten aanzien van de maatvastheid van de oplegpunten in het systeem. Immers, een zinking van één of meerdere van de kolomvoeten geeft direct een andere krachtsverdeling in de schoorstaven en een wijziging in de veronderstelde oplegkrachten. En als de exacte plaats en grootte van deze zetting onbekend is, verandert het statisch bepaalde systeem in statisch onbepaald en dat heeft rekentech- nisch nogal wat voeten in de aarde – in dit geval in de berg.

Het zou daarom voor de hand liggen om een fundatiesysteem te kiezen dat minder onderhevig is aan onberekenbare zettingen, zoals een paalsysteem. Niet in de laatste plaats

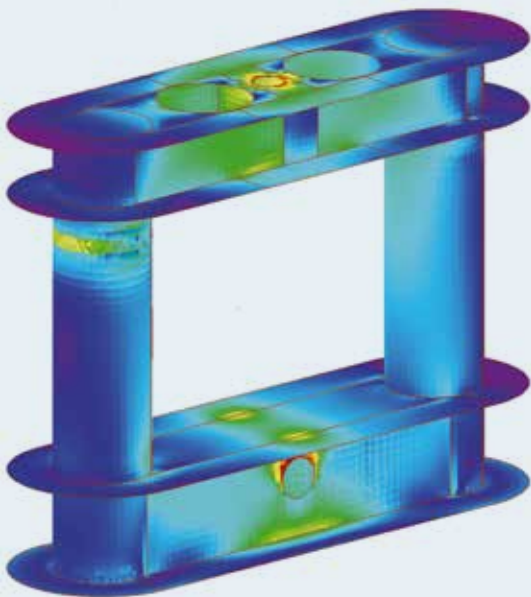


3. Skibaandoorsnede. Het portaal is een statisch bepaalde structuur bestaande uit een dubbel K-verband. De eindpunten van de bovenste schoren in het K-verband zijn uit elkaar getrokken om van de vloerbalk van de skibaan een drieveldsligger te maken, die daardoor lichter kon worden uitgevoerd en waardoor tevens de vloerstijfheid werd verhoogd. De portalen van de skibaan bestaan uit rondgewalste dakliggers die momentvast op de kolommen zijn aangesloten. De overspanning van de dakliggers is 30 m. Tussen de kolommen van de skibaan en de portaalvloerligger zijn koudebrugonderbrekingen aangebracht om ijsvorming aan de onderzijde van de baan te voorkomen.

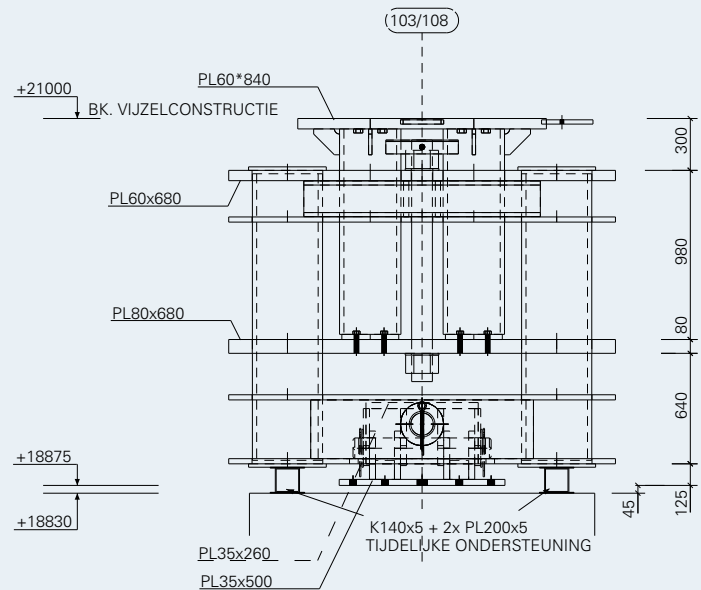
vanwege de aanwezigheid van klei- en veenlagen. Dit is echter om milieutechnische redenen niet toegestaan. Het risico bestaat dat er afvalstoffen zich mengen met het grondwater. Om deze reden is gekozen voor een fundatie op staal. Onder beide kolomrijen in langsrichting zijn tegen elkaar aanliggende poeren aangebracht met een afmeting van 7,5x8,0 m en een dikte van 0,7 m. De zettingen die de poeren gedurende de gebruiksperiode van 50 jaar zullen ondergaan wordt, onder andere op basis van vooraf aangebrachte proefbelastingen, geschat op maximaal 600 mm. Omdat de zetting in de berg op ieder



4. Plattegrond met posities stalen vijzelkolommen.



5. De spanningsberekening is elastisch-plastisch uitgevoerd, waarbij de grenswaarde voor de vloeigrens is gesteld op 355 N/mm². Duidelijk is te zien dat met name rondom de contactvlakken met de rotaties in de rotatiebox de spanningen oplopen tot in het vloeigebied. Deze spanningen worden veroorzaakt door de contactdruk van de ronde pen op de gatwand van het plaatmateriaal. Aan de bovenzijde van het draagkader geeft



het contactvlak met de M120-moer hogere combinatiespanningen. De groene vlakken op de zijkant van de zijwanden duiden op een hogere waarde voor de spanningen uit buiging. Er zal in het plaatmateriaal rondom het contactvlak met de buis (rode vlakken) materiaalvloeï optreden, waarna er door materiaalstuik een groter contactvlak ontstaat en de equivalente spanningen afnemen.

moment een verticale verplaatsing of rotatie in een willekeurige poer kan veroorzaken en deze zakking grote invloed heeft op de krachten in de kolommen en stabiliteitschoren, moeten alle kolomvoeten worden uitgerust met een mechanisme dat deze verplaatsing in constructieve zin compenseert: de kolomvoet moet op het aanvangsniveau kunnen worden teruggebracht.

Vijzelbare kolom bestaande bouwdeel

In het bestaande deel van de constructie is destijds gekozen voor een eenvoudig uitschuifbaar systeem met in elkaar geschoven profielen aan de kolomvoeten en met een kogelscharnier op de voetplaat. Al naar gelang de grootte van de zetting, kunnen na een bepaalde periode de kolommen worden verlengd, zodat de oorspronkelijke niveaus

weer worden bereikt (afb. 2). Deze oplossing kon destijds voor het eerste deel van de ski-baan worden toegepast, omdat de verschillen in zettingen door het ontbreken van verticale verbanden in langsrichting niet direct tot constructieve problemen leiden en de krachten in de onderste kolommen ook een stuk kleiner zijn. De grotere kolomkrachten in de nieuwbouw