

ISSN 0166-6363

Uitgever Marco Pauw.

Redactie Paul van Deelen • Henk Orsel • Marco Pauw.

Medewerkers Bertine Colsen.

Redactieraad W. Borgstein, Tata Steel Europe • ir. M.F.I. Braem, Croes • ir. Y. van Diermen, Pieters Bouwtechniek • R.S. Dursin, Zinkinfo Benelux • A. Hagoort, SNS • ir. M. Horikx, Hogeschool van Amsterdam • ing. K. Flierman, Construsoft • G.J. Kannekens, Severfield • ir. F. Maatje (voorzitter), Bouwen met Staal • ing. I.B. van der Meer, Bam Infraconsult • ir. K. Oosterman, ZJA • ing. J. Seinen, Rijkswaterstaat • ir. L.I. Vákár, Movares • ing. F.E. Vazquez, Dumebo | DWS • T.S. Wolvekamp MSc, BAM Infraconsult.

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

Advertenties Advercom • Dijkzichtlaan 2, 2071 EZ 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, auteurs 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 2021 Binnenland € 76; buitenland € 101; studenten € 20 (via Staalkaarthouder); losse nummers € 25 (prijzen incl. btw). Annuleren voor 2022 is mogelijk tot 1 december 2021. Een abonnement is ook verkrijgbaar als onderdeel van een lidmaatschap van Bouwen met Staal met exclusieve toegang tot de digitale versie(s) van het vakblad.

Lidmaatschap Bouwen met Staal Een 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 het archief (eveneens online) dat per artikel kan worden geraadpleegd via bijvoorbeeld auteur, onderwerp of een trefwoord. Annuleren voor 2022 is mogelijk tot 1 december 2021.

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

Cover en p. 3 (± 1900) J.G. Kramer, Utrechts Stadsarchief.

Foto André Verschoor (p. 2 en 6) Vincent Basler • www.vincentbasler.com.



4	NIEUWS
6	ANDRÉ #1
48	WONEN MET STAAL (82): WOONSCHUUR, BEUNINGEN Driescharnierspantpand P.F. van Deelen
64	VRAAG & ANTWOORD 374-376



18 | PROJECTEN

- 10 KANTOORGEBOUW CANON
PRODUCTION PRINTING, VENLO
(1): DEFINITIEF ONTWERP
Schragen op 500 palen
E.J. Brok en H.M. Hazelaar
- 14 (2): UITVOERINGSGEREED ONTWERP
Optimalisaties
H.M. Hazelaar
- 18 STATIONSKAPPEN IN HISTORISCH
PERSPECTIEF
IJzer spoort naar staal
H.J. van Lint en L.I. Vákár
- 22 RESTAURATIE PERRONKAPPEN
LEEWARDEN
Sikkels en Polonceaus
W. van 't Land en L.I. Vákár
- 32 RESTAURATIE PERRONKAPPEN
GRONINGEN
Behoud van pracht en praal
H.J. van Lint en L.I. Vákár

53 | TECHNIEK

- 42 STABILITEIT ONDERRANDEN
VAKWERKLIIGERS GEKLONKEN
STATIONSKAPPEN
Vakwerk afgestoft
M.R.C. van der Heijde, H.H. Snijder en L.I. Vákár
- 53 NTA 8800 (1): BIJNA ENERGIENEUTRALE
GEBOUWEN (BENG)
BENG vervangt EPC
- 55 NTA 8800 (2): TO ^{JULI}
Risico op oververhitting
- 56 NTA 8800 (3): LICHTTE UTILITEITSBOUW
Wikken en wegen met BENG
R.M.M. van der Loos
- 60 NTA 8800 (4): LICHTTE WONINGBOUW
Effectieve interne warmtecapaciteit
M.A. Barendsz

「SPECIAL」
「BENG」



Sikkels en Polonceaus

De immense groei van reizigersaantallen op de Nederlandse stations ging aan Leeuwarden een beetje voorbij. Daarmee kreeg het moderne staal ook geen kans om het ijzeren erfgoed te verdringen. De sikkelspanten in Leeuwarden zijn tamelijk uniek: de enige nog constructief werkende sikkelspanten op een Nederlands station. Nog steeds is niet duidelijk wat de volle omvang van de schade is; dat wordt pas duidelijk na het demonteren en stralen van de kap. Blik op een grondig voorbereid herstel.

ir. W. van 't Land en ir. L.I. Vákár

Wim van 't Land is senior-constructeur en László Vákár is raadgevend ingenieur, beiden bij Movares in Utrecht.

De tand des tijds liet deze ijzerconstructie niet ongeschonden. Dat werd voor het eerst ontdekt door een opmerkelijke schilder. Bij een reguliere onderhoudsbeurt voor ProRail constateerde hij veel roest en geplamuurde scheuren in het oude ijzer. Diverse onderzoeken volgden, soms bleek direct ingrijpen noodzakelijk. Zo lieten we het dak van de lage kappen verwijderen en later ook het glas uit de westgevel. Op die manier reduceerden we

de belasting op de constructie sterk en bleef de veiligheid voor reizigers gewaarborgd. Uit de constructieve onderzoeken bleek herstel goed mogelijk. In dit artikel laten we de belangrijkste schades zien, verklaren we de oorzaak en lichten we toe hoe het herstel vorm gaat krijgen.

Historie en ontwerp

Station Leeuwarden is sinds 1863 in gebruik en werd al in 1890 en 1891 flink uitgebreid tot de huidige grootte. Onder andere met nieuwe perronkappen: de huidige 75 m lange 'hoge kappen' boven het perronplein en de huidige 125 m lange 'lage kappen' op



Foto (1918): NS/Utrechts Stadsarchief

de perrons. Dit werk werd uitgevoerd door aannemer A. Michels uit Zwolle. Deze kappen bepalen sindsdien het beeld van het station aan spoorzijde. Bij diverse verbouwingen in de vorige eeuw is het aanzien maar beperkt gewijzigd. De lage kap op perron 1 werd ingekort naar 59 m. Aan de kap op perron 3 werd in 1929 nog eens 100 m kap toegevoegd, de huidige constructie met de stalen T-spanten.

Ontwerp hoge kap

De slanke sikkelspanten van de hoge kap met aan weerszijden de eveneens licht geconstrueerde Polonceauspanten maken indruk. Materiaal was aan het eind van de 19^e eeuw duur, arbeid daarentegen goedkoop. Bij deze kappen komt dat goed tot uitdrukking. De sikkelspanten in Leeuwarden zijn uniek in Nederland, de enige nog constructief werken-



Foto: ProRail luchtfoto

1. Kapverdeling station Leeuwarden.

de sikkelspanten op een station. Ook station Amsterdam Weesperpoort, station Maliebaan (Utrecht), station Arnhem en station Zwolle hadden ooit volgens dit principe geconstrueerde kappen, deze zijn echter verloren gegaan. Constructief is een sikkelspant efficiënt in het opnemen van neerwaartse belastingen. De bovenrand staat dan onder druk en de onderkant onder trek. In Leeuwarden zijn de bovenrand en de overige drukstaven uitgevoerd als samengestelde I-profielen. De slanke onderrand bestaat uit massieve trekstaven die met scharnieren zijn gekoppeld. Draait de belastingrichting om, dan ontstaat er druk in de onderrand. Deze is al bij een beperkte kracht instabiel. Maar daarover maakte men zich bij het ontwerp van deze kap geen zorgen. Dat de wind ook voor een hoge opwaartse belasting kan zorgen was destijds onbekend. Daarom moest de voorlaatste kap met sikkelspanten in Nederland – de stationskap van Station Zwolle – het veld ruimen^[1]. Ook Polonceauspanten kennen deze zwakte. Dit zijn spanten waarvan beide benen bestaan uit onderspannen liggers die op hun beurt weer gekoppeld zijn met een trekstaaf. De door scharnieren gekoppelde trekstaven kunnen nauwelijks druk opnemen. In Leeuwarden zijn ook deze spanten opgebouwd uit samengestelde I-profielen voor de drukstaven en ronde doorsnedes voor de trekelementen. Alle spanten zijn geplaatst op voetscharnieren die hun kracht afdragen naar raamwerken van kolommen en liggers. Deze kolommen en liggers stabiliseren de kap in lengterich-

ting door portaalwerking. In dwarsrichting worden de kappen gestabiliseerd door de oplegging op de gevel van het stationsgebouw en inklemming van de kolommen in de funderingen.

Ontwerp lage kap

De constructie van de lage kappen op de perrons bestaat uit vakwerkspanten, die zijn opgebouwd uit twee buigstijve T-profielen als drukelementen en een ronde, buigslappe trekstaaf. Op het hoofdstramien zijn deze vakwerkspanten star verbonden met de kolommen door middel van gietijzeren consoles. In de lengterichting van de kap zijn I-liggers met consoles rotatiestijf verbonden aan de kolommen. De kolommen zijn ingeklemd in de fundering. In beide richtingen is de kap dus stabiel door portaalwerking. Tussen de hoofdstramienlijnen wordt het dak van de kap gedragen door vergelijkbare vakwerkspanten die opgelegd zijn op de I-ligger. Kenmerkend bij de lage kappen zijn de luifels. Oorspronkelijk kraagden deze nog verder uit, maar vanwege de elektrificatie zijn ze ingekort. Deze luifels worden gesteund door consoles.

Ontwerp T-kap

De T-spanten op perron 3 zijn van recenter datum. Het spant zelf is samengesteld uit aan elkaar geklonken staalplaten. Loodrecht op het spoor is het spant stabiel door inklemming in de fundering. In lengterichting nemen de vakwerkliggers door portaalwerking