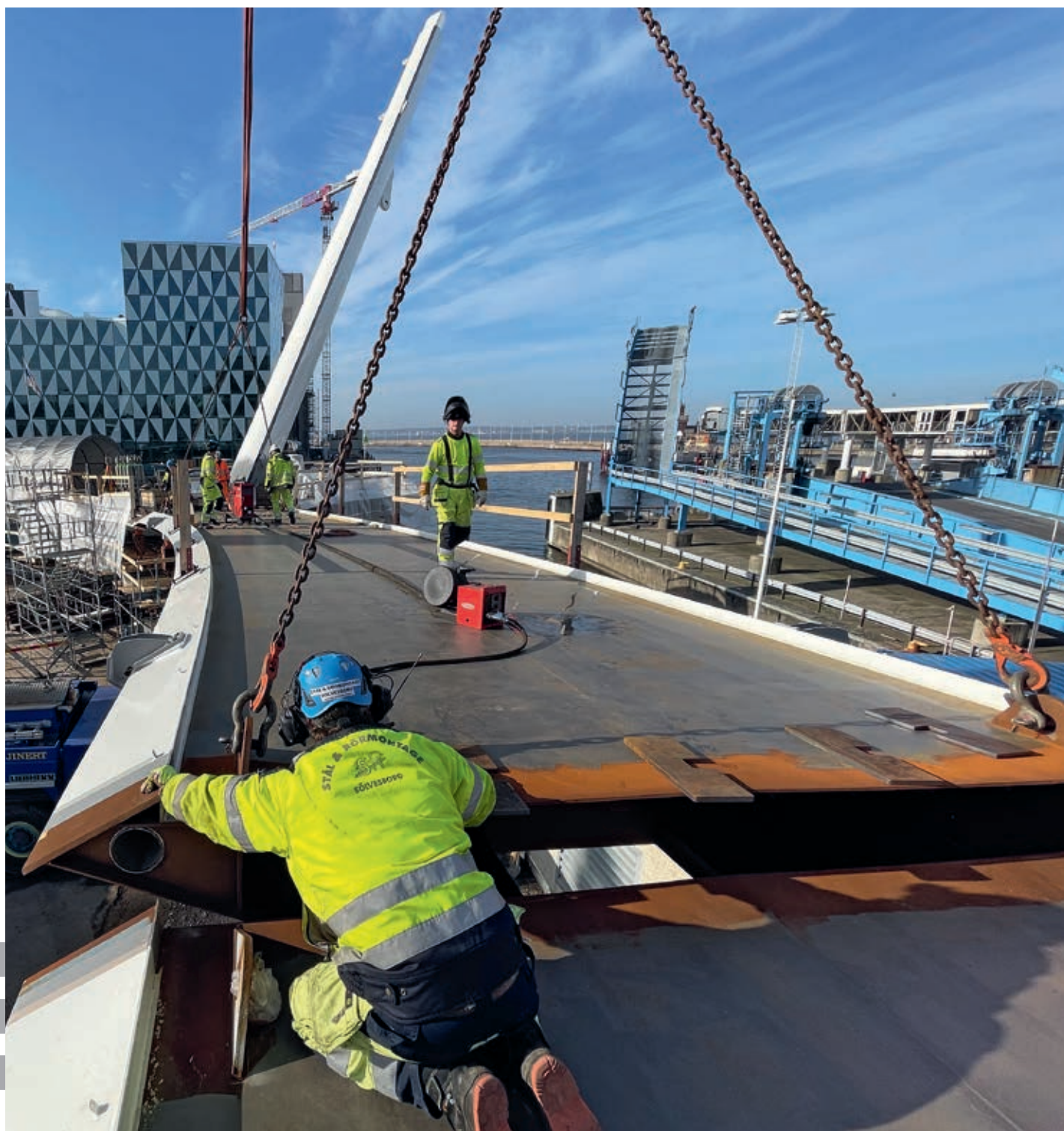


NR 1 • 2021

NYHETER OM

STÅLBYGGNAD



GC-BRO FRÅN OCEANPIREN I HELSINGBORG

Oceanpiren

knyts samman med Helsingborgs C



Bild 1. Rambolls förslag "S-vävande" vann 2014 designtävlingen om gång- och cykelbro till Oceanpiren i Helsingborg.

Som en del av Helsingborgs Stads ambitiösa utvecklingsplaner för ny bebyggelse i Oceanhamnen inbjöds 2014, efter prekvalificering, tre olika konsultteam till ett parallellt arkitektuppdrag för design av en ny gång- och cykelbro som ska förbinda Helsingborgs C (Knutpunkten) med Oceanpiren. Rambolls innovativa förslag "S-vävande" vann med en svagt lutande, S-formad stålbro med en unik upphängning av brobanan i form av en "hybrid" mellan hängbro och snedkabelbro. Bron är tekniskt avancerad och har krävt ett långt och noggrant planerings- och konstruktionsarbete, men nu byggs bron för fullt av Peab och brotillverkaren Stål & Rörmontage i Sölvesborg och sommaren 2021 beräknas bron att invigas.

av Henrik Undeland, Ramboll

Den nya bron blir en viktig länk i H+området och ger boende och verksamheter i Oceanhamnen en direkt koppling till centrum och Helsingborg C med dess bussar, tåg och färjor. Det vinnande designförslagets bärande idé är att skapa en mjukt lutande, slingrande form som överbryggar hamnbassängen och den stora höjdskillnaden mellan entréytan vid Helsingborgs C på 6 m ö h och anslutningspunkten på Oceanpiren på ca 3 m ö h, samtidigt som den sluter an till den gamla torr-

dockans pirnock. Brobanan klarar därmed kravet på maximalt tillåten lutning för en gång- och cykelbro. Den svepande brobanan hålls över vattnet upp av tre kraftiga kablar från två motsatt lutande pyloner som utgör brons spektakulära fokuspunkter. Pylonerna lutar sig utåt när brodäcket ändrar riktning i den S-formade rörelsen. De båda pylonerna vinklar sig ifrån varandra, en pekar ut mot havet, den andra pekar tillbaka mot staden. Genom sin placering blir de mycket synliga landmärken inom det omgivande hamnom-

rådet, förstärkta med sin marina, mastlika karaktär och starkt vita kulör. Intill varje pylon flyter däckets ut i var sin spets för att ge två kompletterande former; en dramatisk balkong med utsikt norrut mot färjorna och en ramp som mjukt ansluter till den planerade parken "Dockan" i söder.

Brobanan "vaggas" mellan pylonerna

Tre kablar är spända mellan pylonerna för att bära upp brobanan men i stället för att, som brukligt på en snedkabelbro, ansluta ►



Ramboll

Bild 2. Den drygt 200 m långa bron svingar sig elegant från Knutpunkten över hamnbassängen via parken "Dockan" till Oceanpiren och bärs upp av tre kraftiga kablar som sveper runt brobanan från två pyloner i ytterkurvorna av S-formen.

- kablarna till däckkanten, sveper de tre kablarna under brobanan för att sedan dyka upp på andra sidan bron och förankras i den motstående pylonen. Därmed förstärks den dynamiska och djärva formen och man får intrycket av att brobanan "vaggas" mellan pylonerna. *Se bild 3.*

Fyra ytterligare kablar, två vid varje pylon, stabiliserar bron och stagar upp pylonerna. De så kallade "backstagen", som förankrats i de massiva betongfundamenten i vattnet, förhindrar pylonerna att knäckas framåt och "ankarkablarna", som sitter fast i bro-

banan, hindrar pylonerna från att vikas åt sidan. Varje pylon reser sig cirka 23 meter över däckets och när som högst 32 meter över vattenytan. I pylonerna, som har ett tvärsnitt som påminner om en skeppsmast, kommer diskreta längsgående ljusgröna ljuslister att placeras i försänkningar i hörnen. Toppen av pylonerna ska krönas av två snedskurna akrylkupoler som lysas upp av två armaturer från insidan med samma ljusgröna ljus. *Se bild 4.*

Tävlingsförslaget vidareutvecklades

Själva brobanan utgörs av en triangulär, vitmålad ställåda som förstärkts i både längs- och tvärriktningen. Tvärsnittformen har fått en geometri för att motstå böjning och vridning och säkerställa stabilitet vid hård vind och dynamisk fotgängarbelastning. Den skarpa, lutande kantbalken ska fånga solljuset och framhäva den svepande brolinjen över hamnbassängen. Broräcket har fått en egen karaktär med V-formade ständare som bär ett rostfritt stål nät och en handledare med integrerad belysning, som

följer runt hela bronns kantbalk och bidrar till brobanans lätthet.

Efter vinsten i brodesign tävlingen ombads Ramboll av Helsingborgs stad att utveckla brokonceptet till en nivå som är lämplig för ett säkerställa bronns designkrav inför en entreprenadupphandling. I detta arbete ingick därför att definiera de detaljer som är absoluta och inte kan ändras och de som är öppna för utveckling. Vid detta arbete utvecklades en parametrisk 3D-modell för att säkerställa bronns grundgeometri avseende till exempel pylonernas lutning och bärcablarnas infästningspunkter. Den fastställda lästa, matematiska modellen ingick därefter som en viktig del i förfrågningsunderlaget vid upphandlingen. *Se bild 6.*

Framgångsrik och nödvändig entreprenadmodell

Samarbetet mellan Beställare och Entreprenör har varit, och är fortsatt, väldigt tätt, vilket varit en förutsättning för att lyckas med ett projekt som detta. En annan förut-

Beställare: Helsingborgs Stad
Projektledning: HIFAB
Broarkitekt/Projektör: Ramboll, Stephen James / Henrik Undeland / Mikael Nummedal / Tore Lundmark
Entreprenör: PEAB
3D-konstruktion: VisoPro
Konstruktör: Centerlöf & Holmberg / LAP
Brotillverkare: Stål & Rörmontage



Bild 3. Illustrationen visar den unika lösningen med kablar som omsluter brobanan och "vagnar" bron mellan pylonerna och därmed utgör en mix av en hängbro och en snedkabelbro.



Bild 4. Ljussättningen av brobanan sker från punktbelysning i handledarna, men effektbelysning ska installeras både vid foten och i toppen av respektive pylon. Dessutom finns slitsar i pylonens alla hörn, i vilka längsgående ljuslister kommer att placeras och på toppen av pylonerna står akrylkupoler som ska lysas upp av två armaturer från insidan.

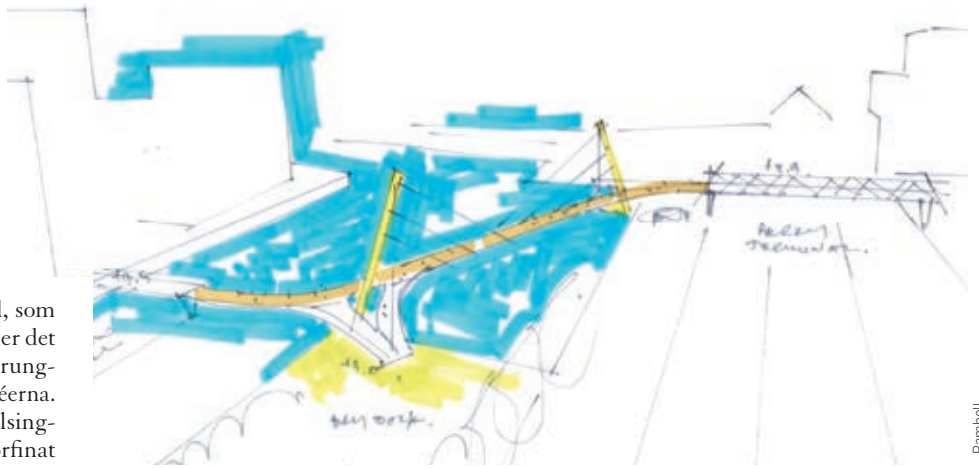


Bild 5. Designkonceptet utvecklades av Ramboll från arkitekten Stephen James första handskiss ...

sättning för att lyckas är att Ramboll, som har gestaltat bron, har medverkat under det fortsatta arbetet för att beakta de ursprungliga och grundläggande gestaltningsidéerna. Tillsammans med arkitekter från Helsingborgs Stad, har Ramboll succesivt förfinat förslaget, men även fungerat som Beställarens oberoende granskare. I det fortsatta designarbetet har också Peab och deras konstruktörer deltagit. Centerlöf & Holmberg har hållit samman konstruktionsarbetet och själva konstruerat grundläggningen och betongfundamenten, medan Leonhardt, Andra und Partner (LAP), Stuttgart, stått för stålkonstruktionerna.

Konstruktiva utmaningar krävde tillverkningsteknisk 3D-modellering

Redan ganska tidigt stod det klart att flera detaljer till bron inte fanns som standardprodukter, utan leverantörerna fick anpassa befintliga produkter och konstruera nya enheter. Genom bronns utdragna "S-kurva" kommer till exempel ett av de V-formade

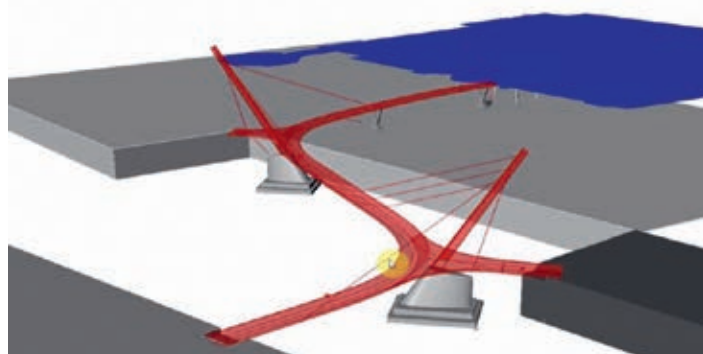


Bild 6. ... till en parametrisk modell för att kunna optimera geometrier för till exempel pylonernas lutning.

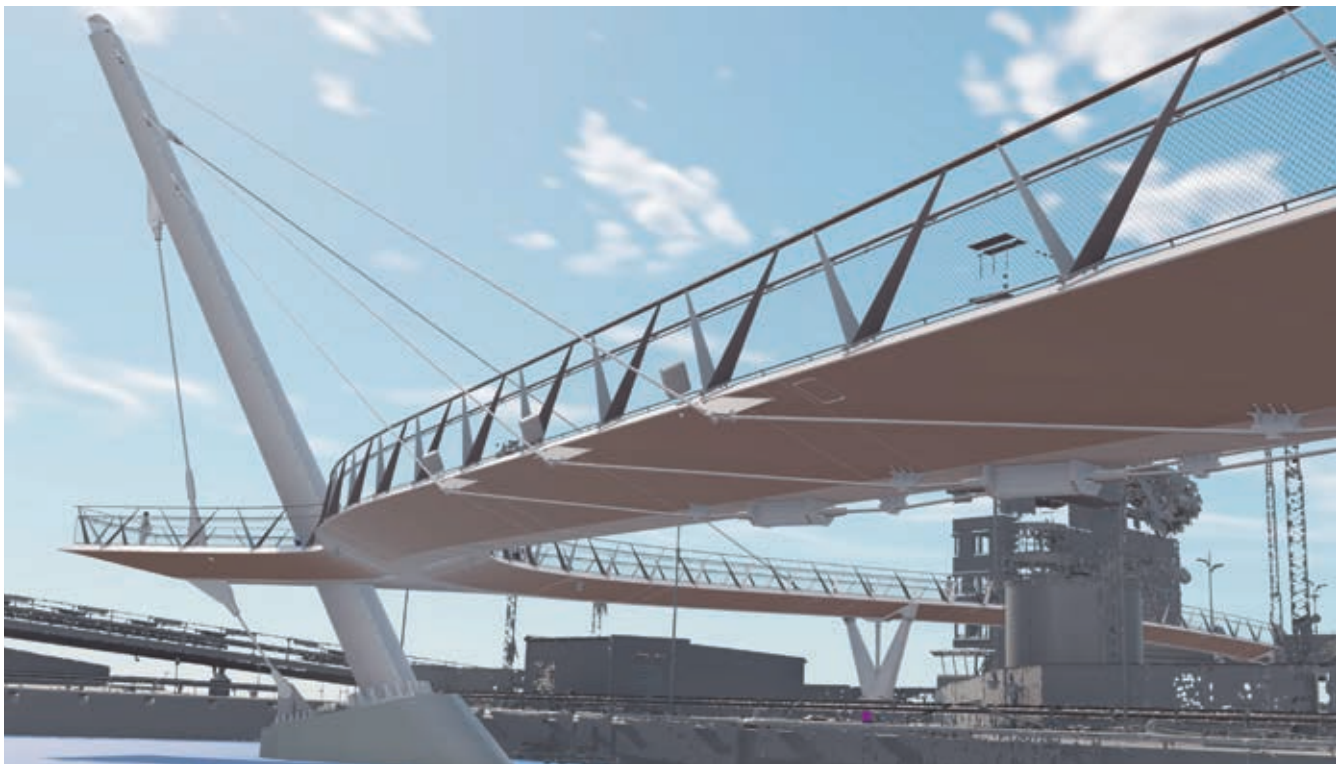


Bild 7. Den detaljerade CATIA-modellen medger mycket realistiska vandringar runt bron i VR (Virtual Reality).

VisoPro

- stöden på uppmarschområdet att få stora laster i alla riktningar, varför förankring i det stödet var en utmaning. De stora krafterna har bidragit till att även lager, pyloninfästningar, dämpare med mera fått anpassas eller specialtillverkas.

Brons eleganta svepande utformning och därmed komplexa geometri skapade också svåra förutsättningar för Peab och för deras brotillverkare Stål & Rörmontage att kunna utföra en korrekt tillverkning. Traditionella CAD-mjukvaror som används inom byggin- dustrin vid 3D-modellering är inte tillräckligt nyanserade för att formge brons organiska figur. För att lyckas kontaktade PEAB därför VisoPro, som aldrig tidigare varit inblandade i projekt inom infrastruktursektorn, men genom programmet CATIA såg en möjlighet att ta fram en tillverkningskorrekt 3D-modell för bron. CATIA är en mjukvara som används inom flyg- och bilindustrin vid komplett konstruktion av transportmedel, med de hårdaste kraven på exakthet i produktion. Genom att använda en snarlik arbetsmetodik som VisoPro tidigare använt för att modellera fram inredningsdetaljer till bilar, lyckades det att transformera 2D-data från LAP:s ritningar och väva samman all informationen i en ny, mycket detaljerad parametrisk 3D-modell.

Den svåraste utmaningen var att formge de dubbelkrökta plåtarna som sveper sig igenom hela brostrukturen. Varje enskild brosektion består av ett stort antal individuella stålplåtar. Cirka 3000 unika ståldetaljer ritades och levererades till produktion. Broräckets geometri krävde till exempel att tre olika modeller med 89 olika konfigurationer av de v-formade räcesstolparna behövde genereras, för att kunna följa brons form naturligt. Totalt består broräckets av 144 stolpar. Ytmodelleringen av den avancerande brokurvaturen behövde utföras med tillverkningsprocessen i åtanke.

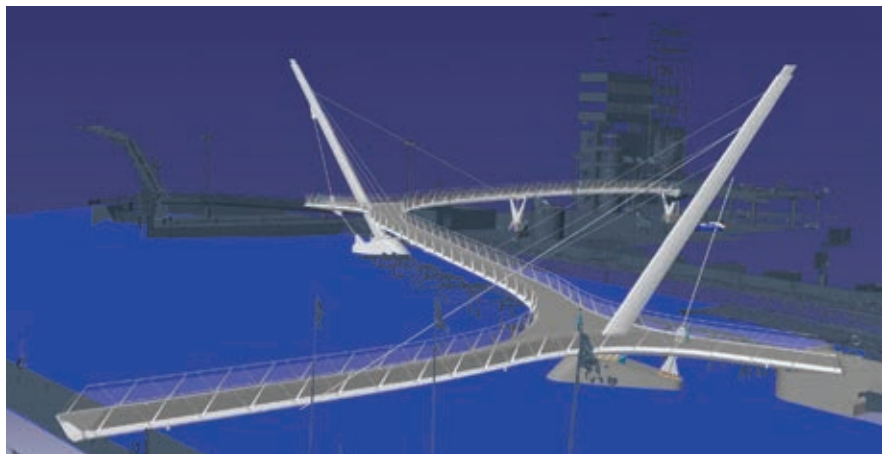


Bild 8. Den parametriska CATIA-modellen har här inplacerats i den inskannade digitala tvillingmodellen.

VisoPro



Bild 9. Räcke och infästningar för kablar har detaljutformats med hjälp av färgsatta, precist mått-satta modeller för att sedan studeras i mera realistiska, renderade bilder och i form av fullskaleprototyper som togs fram av PEAB/Stål & Rörmontage.

VisoPro och Henrik Undeländ

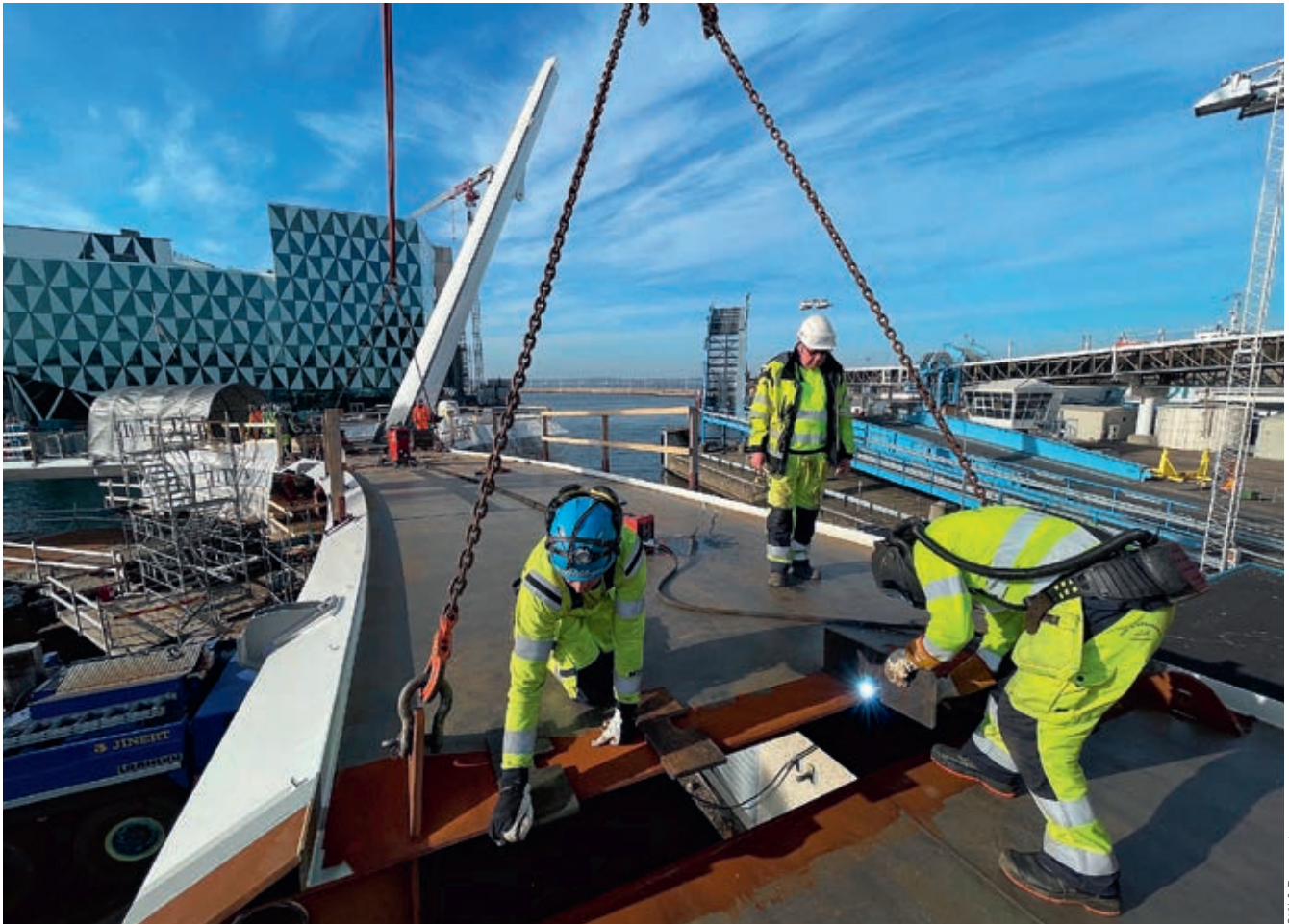
För att Stål & Rörmontage skulle kunna bocka de dubbelkrökta plåtarna korrekt, utvecklade VisoPro en funktion i CATIA för att generera bocknings-indata till 3D-modellerna samt plåtberedningar till plasmaskärningen.

VisoPro 3D-skannade också hamnområdet för att skapa en digital tvilling av arbetsplatsen och för att verifiera den komplexa brokonstruktionen i förhållande till verklig-

heten. CAD-modellen positionerades sedan med hjälp av de angivna världskoordinaterna från indatan.

3000 ståldetaljer med individuell geometri har producerats!!!

Tillverkningen av en så komplex bro som denna, kräver ett nära samarbete med entreprenörens konstruktörer och brotillver- ►



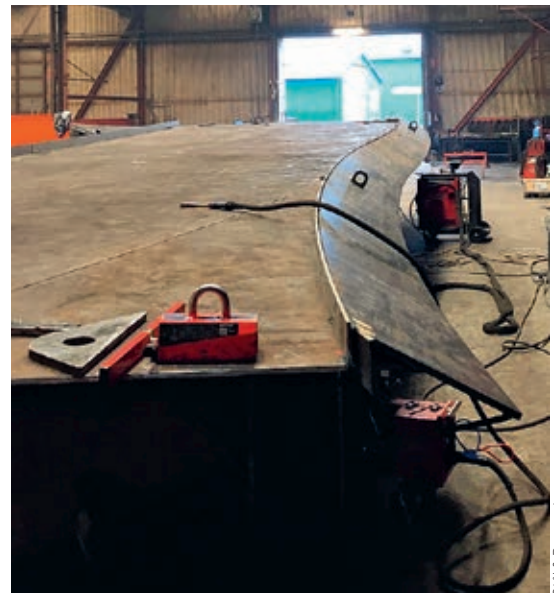
Stål & Rörmontage

Bild 10. Två, av sammanlagt 35 brodelar, sammanfogas här till en hel sektion.



Stål & Rörmontage

Bild 11. Svetsning av pylon i 460 NL/ML + Z35 material som kräver förhöjd arbetstemperatur på 140 grader vid start av svets.



Stål & Rörmontage

Bild 12. Brodel med svepande linjeföring.

► kare. Ritningsunderlag och tillverkning har gått hand i hand under hela projektet, så ritningar och skisser har åkt fram och tillbaka i en strid ström för att få olika lösningar tillverkningsbara, ekonomiskt rimliga och i lämpliga material. Varje brodel, som till sitt yttre är ganska komplicerad med många svängda former, har en än mer komplicerad inre struktur. För att överhuvudtaget kunna sätta ihop alla de cirka 3 000!!! delarna har man behövt planera varje steg i processen

med stor noggrannhet. Planeringsmässigt har det också varit viktigt att undvika onödig omorientering och förflyttning av brodelarna, vilket annars kan få konsekvenser både rörande geometri och ekonomi. Stora tunga delar med varierande former kräver speciella hanteringslösningar. Stål & Rörmontage har konstruerat och tillverkat specialanpassade lösningar för att kunna hantera brodelarna på ett säkert och kostnadseffektivt sätt. Att nå den precision som krävs, trots att det är

stora delar med enorma mängder svetsfog, som skapar krympningar och spänningar, har varit en av de stora utmaningarna rent produktionsmässigt. Alla delar är tillverkade i egenkonstruerade fixturer, som vid varje enskild delproduktionsstart har mätts in och finjusterats för maximal precision. Kontrollmätning har sedan skett kontinuerligt under sammansättningen. De brodelar som varit lämpliga för det, har sammanfogats till större enheter i Sölvesborg, före transport. ►



Stål & Rörmontage

Bild 13. Den första brodelen, över biluppställningsområde inför färjetransporten, till höger i bilden, monterades av Stål & Rörmontage i november 2020, medan andra montageetappen utfördes sista veckan i februari 2021.



Stål & Rörmontage

Bild 14. De V-formade stöden underbron över biluppställningsområde inför färjetransporten har kraftiga flänsar för att skapa en tydlig karaktär.



Oceanpiren i Helsingborg

Stål och Rörmontage är i full gång med monterat av Oceanpiren i Helsingborg. En otroligt komplex och avancerad konstruktion i hela 552 ton stål.

► **Förberedelser och montering på arbetsplatsen**

Arbetsområdet för brobygget sträcker sig tvärs över E4:an och ForSeas verksamhetsområdet, samt inkluderar delar av Dockan och hamnbasängen. Detta ställer höga krav på samordningen med färjetrafiken som går dygnet runt, året om. Montaget av brosektionerna över uppmarschområdet föregicks därför av noggrann planering med simulering av kranplaceringar i modellen, samtal med ForSea om lämpliga tider och koordination av intransport av brosektionerna. Med tanke på färjornas täta turtrafik fick arbetet göras på natten, en kväll i november 2020, då turtätheten ligger på 1 avgång i timmen och antalet bilar per avgång inte alls är lika många som på dagen. I slutet av februari 2021 monterades den första pylonen närmast Helsingborgs C och därefter följer fortsatt montering och installationsarbeten fram till invigningen i sommar. ■



STÅL & RÖRMONTAGE

är en erfaren leverantör av kvalificerade stålkonstruktioner. Från beredning och tillverkning till montage på plats med hela världen som arbetsplats.

www.srmab.com

tel. 0456-31205