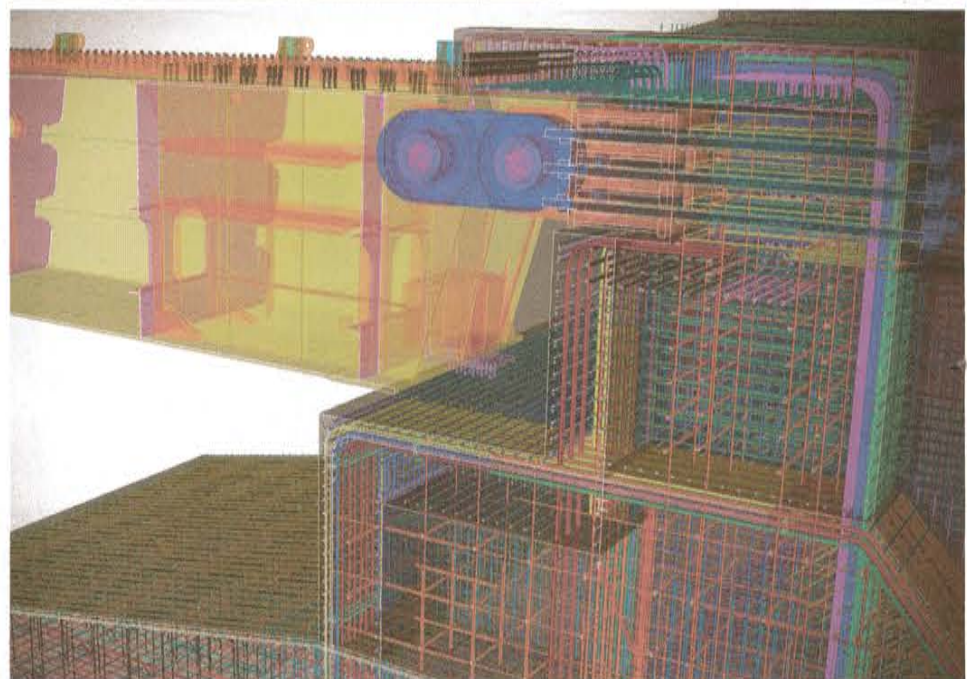
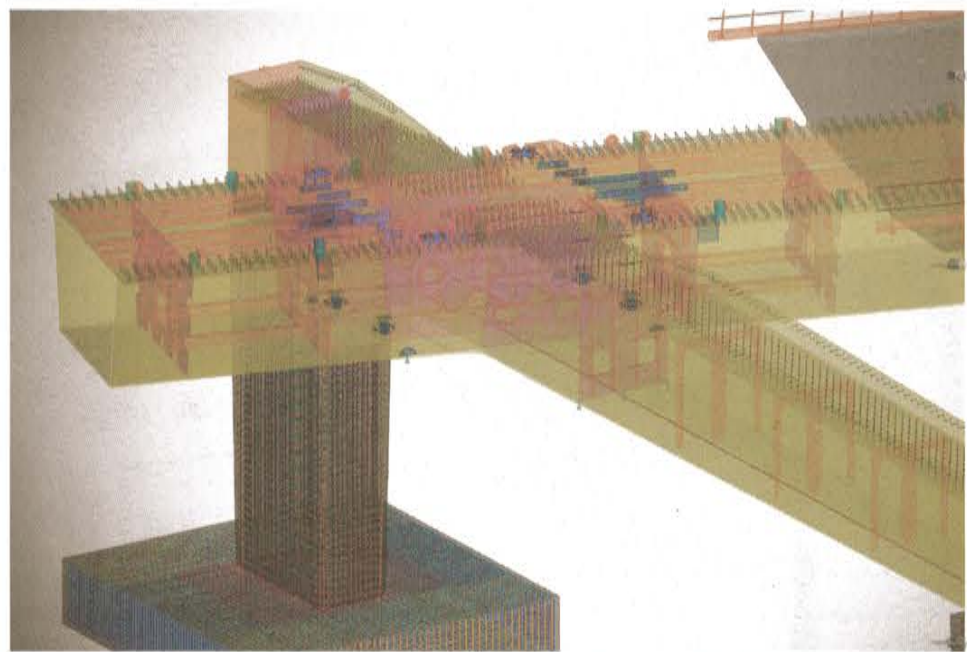




Konstruktioner under udførelse på baggrund af detaljerede BIM modeller udført af 3DSD og CN3.

Digitale 3D-modeller sikrer grænsefladerne mellem stål og beton

Opfør en jernbanebro over en dobbelt motorvej uden at trafikken bliver påvirket. Sådan var opgaven defineret af Banedanmark i det såkaldte TP30-projekt, som omfatter byggeri af et nyt dobbelt jernbanespor henover Vallensbæk-motorvejen i forbindelse med anlæg af højhastighedsbanen København-Ringsted.



CG Jensen A/S, som er totalentreprenør på projektet, valgte systematisk at anvende BIM (Building Information Modeling) og VDC (Virtual Design and Construction) for at sikre en optimal udførelsesproces, hvor alle væsentlige overvejelser og metoder bearbejdes og analyseres i et virtuelt miljø forud for produktion og montage.

- På TP30, hvor der indgår en række store og komplekse pladsstøbte betonkonstruktioner, besluttede vi fra starten at "armeringstegninger" skulle udføres i BIM med tilhørende klippe- og bukkelister. Tidsplanen var under pres, så det handlede om at optimere så meget som overhoved muligt. Vi ønskede at al armering blev leveret færdigklip-

pet og bukket på pladsen og ikke mindst at indtænke industrialisering ved at designe store færdigsvejste elementer som effektivt kunne indbygges på pladsen. I denne fase arbejdede vi tæt sammen med CN3 for at understøtte en effektiv udførelsesfase og minimere projektrisici, siger Helle Bohn Hansen projektleder på beton underbygning hos CG Jensen A/S.

Optimeret udførelsesproces for stål og beton

3DSD og CN3 har udført modellering af henholdsvis stål og beton/armering, og i denne proces er ISC's ingeniørdesign af stål- og betonkonstruktioner blevet optimeret for udførelse. 3D-modellerne gav et komplet overblik over samtlige elementer ned til mindste detalje, og det gav

mange store fordele i forbindelse med koordinering, planlægning og logistik, som er foregået i tæt samarbejde og dialog med totalrådgiver ISCA/S og CG Jensen A/S.

Komplekse konstruktioner

Med de digitale bygningsmodeller udført i Tekla Structures kunne man konstant være på forkant og løbende evaluere og ændre væsentlige parametre, så budgettet og den stramme tidsramme kunne overholdes. Eksempelvis blev totaløkonomien for armeringsdesignet løbende evalueret af CN3 i et 5D interface i Tekla så produktion, logistik mv. var optimeret inden udførelse.

Det har resulteret i en løbende optimeringsproces, hvor formålet har været at model-

lere alle konstruktioner virtuelt til mindste detalje for at tilsikre bygbarhed og understøtte digital fabrikation af såvel armering som stålkonstruktioner. Det har samtidig været afgørende at anvende modellen for analyse af forhold, som en tæt tidsramme og udfordrende logistiske forhold på byggepladsen, gjorde det nødvendigt at genoverveje. Det gjorde det blandt andet muligt at igangsætte forberedende aktiviteter på pladsen sideløbende med at produktionen af såvel svejst armering og stålfag til hovedbroen blev produceret off site.

- Det var den helt rigtige beslutning. Hele processen med optimering og 3D/BIM har sparet os for en del tid og besværligheder på pladsen. Vores håndværkere på pladsen har været glade for tegningerne i 3D. Men også for de "IKEA"-vejledninger der fulgte med til nogle af de vanskeligste konstruktioner. Der har ikke været megen tvivl undervejs. Vi har ikke på noget tidspunkt været i en situation hvor det ikke var muligt at strikke armeringen sammen. Det er helt klart, at vi vil benytte samme fremgangsmåde på kommende projekter, der egner sig til det og vi ser frem til at integrere anvendelsen af BIM og VDC frem-

adrettet i planlægnings- og udførelsesfasen, siger Helle Bohn Hansen.

Stålsektioner med pilhøjder

I forbindelse med opbygningen af stålproduktionsgrundlaget er der bl.a. blevet implementeret pilhøjder på stålportalerne, hvilket øger kravene til den efterfølgende produktion. Der er behov for en nøje koordinering med værkstedet vedrørende produktionsmetoder og -rækkefølger, samt kontrolopmålinger i værkstedet, og her giver præcise 3D-produktionsmodeller alle de nødvendige oplysninger, som kræves undervejs i processen. Idet 3D-modellerne indeholder alle stål- og betonelementer sker der automatisk en virtuel prøvesamling under projekteringen, og derefter blev der i værkstedet foretaget fysiske prøvesamlinger af stålsektionerne, som vejer op mod 200 tons, for at sikre at de skrappe produktionstolerancer blev overholdt.

Industrialisering af armering

Udførelsestolerancer var for en række af de store pladsstøbte betonkonstruktioner minimale og indstøbningen af lejeplader og hængselled stillede store krav til armeringens placering. Disse faktorer kombineret med en

udfordrende tidsplan gjorde at CG Jensen, Lemvig-Müller og CN3 målrettet arbejdede med at designe store svejste kurve på op til fem tons. Disse kurve blev designet i Tekla og efterfølgende produceret direkte fra fabrik ved anvendelse af 3D modellen direkte i produktionen. For flere konstruktionsdele blev mere end 70 % af armeringen leveret præfabrikeret.

- Betonkonstruktionerne var meget tætte og kraftigt armeret, så det var nødvendigt med en del justeringer undervejs i processen, hvilket vi imidlertid kunne afklare i BIM modellen inden udførelsen blev påbegyndt. Der var en god og tæt dialog mellem CN3 og totalrådgiver ISC, og os som udførte for at få det hele til at gå op i en højere enhed. Der skulle undervejs også tages hensyn til begrænsninger hos leverandøren i forhold til løftekapacitet og logistik forhold. Dette vedrørte også arbejdsmiljøet på pladsen, så tunge løft blev minimeret, eller svejste enheder kunne løftes med de kraner, der var på pladsen. Som processen skred frem, viste det sig også nødvendigt med midlertidige konstruktioner for at holde de høje, skæve enheder af svejste kurve på plads. Det design udførte CN3, siger Helle Bohn Hansen.