



Broen over Stampmøllebæk

- EN BRO MED UDFORDRINGER!

I 2020 opførte Odder Kommune en bro, der er noget ud over det sædvanlige: En 90 meter lang sti-bro, der snor sig igennem en skov i højde med trækroneerne. Da kommunens arkitekt tilbage i foråret 2016 slog de første streger til en bro, der skulle forbinde byens nordvestlige udstykning med adgangen til centrum, havde man formodentligt ikke forestillet sig, at der var så mange udfordringer, der skulle overvindes. Inden opførelsen skulle der først indhentes de nødvendige tilladelser fra Miljøstyrelsen, da broen skulle gå igennem en fredskov. Ydermere bød projektet på udfordringer af både geoteknisk, statisk og udførelsesmæssig art, som gjorde, at broens udseende ændrede sig en del fra de første arkitektskitser til den bro, der står færdig i dag.



AF LEIF HOLMSTRØM
Sweco A/S
Leif.Holmstrom@
sweco.dk

Baggrund

I forbindelse med udstykning af et nyt boligområde - Bendixminde som ligger nord for Odder - blev det nødvendigt for kommunen at etablere en sikker og direkte stiforbindelse mellem den nye udstykning og det tidligere anlagte stinet til blandt andet skoler, sportsfaciliteter og byens centrum. Ønsket om

en direkte forbindelse indebar, at broen skulle gennemskære en fredskov.

Kommunens arkitekt rettede i april 2016 henvendelse til Sweco om assistance i forbindelse med udarbejdelse af detailprojekt på baggrund af skitser af en 90 meter lang træbro med en faglængde på ni meter.



Figur 1: Broen skærer sig igennem skoven med udsigtsplateau på midten.

Historik

Nedenstående er et udpluk af det godt 4-årige forløb fra de første streger til den færdige bro:

Maj 2016

Sweco fremsender tilbud på for- og detailprojekt og foreslår samtidig, at broens hoveddragere og underbygning udføres i stål.

Juni 2017

Kommunen igangsætter samarbejdet om opgaven og har i mellemtiden arbejdet videre med stålløsningen.

September 2017

For-projektet igangsættes, og en af de første aktiviteter - detailopmåling ved linjeføring - udvides til at omfatte en 3D-model af hele terrænet omkring linjeføringen. Dette viste sig at være særdeles hensigtsmæssigt, for kort tid efter opstår ønsket om at udføre broen med en krumning i horisontalplanet frem for den oprindelige retlinede linjeføring. 3D-projektering er et meget effektivt værktøj til den slags geometriske udfordringer. Samtidig kan det nævnes, at broen spænder over en regulær kløft med markante skråninger fra bækken i bunden til det omgivende terræn.

November 2017

Den geotekniske rapport modtages. Borefolkene fik store vanskeligheder med at udføre boreprøverne på den sydlige skrånning, som er meget stejl (1:2). Problemet blev løst ved at fastgøre boreriggen ("miniriggen") med

en wire til et træ og fire den ned af skrånningen. Resultat af undersøgelserne var til gengæld opløftende, da der var tale om ler med en pæn stor styrke - cirka 150 kN/m².

(Ved udførelsen viste det sig dog, at der skulle foretages udskiftning af sætningsgivende lag i en meters tykkelse for de to nordligste fundamenter).

Maj 2018

Detailprojekt fremsendes til Miljøstyrelsen, som i marts 2019 giver den endelige tilladelse til projektets gennemførelse. En forudsætning for tilladelsen er dog, at kommunen udlægger en erstatningsskov bestående af bynær løvskov svarende til det dobbelte af det areal, der ryddes i forbindelse med broprojektet. Endvidere kræves belysningen på broen ændret, så der kun er ledelys i brodækket. Kravet fremsættes af hensyn til den underliggende fauna. Kommunen indhenter tilladelse fra vandløbsmyndigheden til krydsning af bækken, og der bliver foretaget VVM-screening af både broen og skovrejsningsprojektet.

December 2019

Efter en opdatering af projektet afholdes licitation, hvorefter arbejdet overdrages til entreprenør DANPRO Steel Construction A/S.

September 2020

Broen indvies den 9. september af borgmesteren med deltagelse af en lille flok skolebørn (på grund af corona-situationen).

Broens udformning

Broens længde på 90 meter blev fastholdt, men faglængden blev optimeret til 10 meter. Hældningen i længderetningen kunne holdes på under 45 ‰ ved at etablere en lille dæmning på nordsiden.

Overbygningen er opbygget af fem styk HE280B-hoveddragere. Hoveddragere udføres af fem dele, hver med en længde på cirka 20 meter, som samles med en forskydningsoverførende samling en meter fra understøtningerne (hvor



Hældningen i længderetningen kunne holdes på under 45 ‰ ved at etablere en lille dæmning på nordsiden.

momentet er tæt på nul). Dragerne hviler af på neoprenlejer og blev valset med en krumningsradius på 140 meter. Der er monteret tværbjælker for hver anden meter. Ud fra disse monteres rækværksceptrene. Tværbjælker og rækværk er udført i duplexbehandlet (galvaniseret og mallet) stål. Alt øvrigt stål er udført i corten. Ved udsigtsplateauet er antallet af hoveddragere forøget til syv styk, hvormed bredden forøges til 5,2 meter mod 3,4 meter på resten af broen.

Ud fra ønsket om en vedligeholdelsesvenlig konstruktion, blev dækplankerne udført af skridsikre fiberkompositelementer med en bredde på 0,5 meter, som blev skåret i smig, så de passede med krumningen. Selvom man tilstræbte en udstrakt grad af ensartethed, endte det alligevel med, at der blev benyttet over 90 forskellige kompositplader.

Det var oprindeligt tænkt, at pladerne skulle fastgøres til hoveddragerne ved hjælp af tømmer i forskellig højde (for at skabe tværfald), som skulle boltes på HEB'ernes overflange, og som pladerne kunne gøres fast i. Entreprenøren kom imidlertid med et forslag, hvor der blev påsvejet U-profiler i forskellig højde på overflangen, hvorpå pladerne kunne fastgøres med selvskærende skruer. Forslaget blev accepteret - endda uden ekstrakostninger for bygherren.

Underbygningen er udformet som rammer med rammeben, der har en vinkel på 50 i forhold til lodret. Rammerne var oprindeligt projekteret i RHS-profiler, men entreprenøren valgte at udføre dem opvejst. For at kunne optage de vandrette kræfter i broens længderetning blev der monteret stag mellem de to midterste rammer. Den dynamiske analyse viste, at



Figur 3: Broen begynder at tage form. Bemærk den stejle skråning i baggrunden.

det også var nødvendigt med stag i tværetningen på de to rammer, som vist på figur 3.

Rammerne blev fastgjort til fundamentsplintene med klæbeankre.

På nær det sydlige mellemfundament, som er placeret på den stejle skråning og er funderet på borede pæle, så er broen direkte funderet.

Udførelsen

Der stilles ret skrappe krav til nøjagtigheden af betonfundamenternes placering, når man har en krum bro med længdefald og skrå rammeben. Plintene blev dog også kontrolmålt mere end én gang. Den største afvigelse var kun 15 millimeter, hvilket var inden for tolerancen.

Det var et absolut krav, at der ikke blev ryddet mere skov, end hvad Miljøstyrel-

FAKTA

Skovareal, der kunne ryddes iht. Miljøstyrelsens tilladelse: 1900 m²

Cortenstål: 81,2 t

Duplexbehandlet stål: 19,3 t

Beton: 77 m³

Armering: 9 t

Fiberkompositplader: 355 m²

Entreprenørdgifter: 7,6 mio. kr.

sen havde givet tilladelse til, hvilket svarede til et bælte på 20 meter på hver side af broens centerlinje. Det var forudsat, at adgangsvejen skulle placeres vest for broen, men entreprenøren kunne reducere antallet af fældede træer ved at etablere vejen på østsiden. Der blev således fældet en del færre træer, end hvad der var givet tilladelse til.

Der var meget knebent plads, hvilket stillede store krav til entreprenørens planlægning. Han valgte af udføre overbygningen i 10 dele, som ankom "just in time" på fem specialtransporter.

Opsamling

Som så mange andre projekter i 2020 blev broen udført i en corona-tid, som blandt andet betød, at der kun kunne føres tilsyn med fremstillingen af stålkonstruktionen på værket i Krakow i Polen via fotos. Endvidere var der noget forsinkelse på lejerne, som blev fremstillet i Norditalien. Rækværkets håndlister i hårdt træ blev også forsinket. Disse udfordringer blev overvundet og medførte trods alt kun en måneds forsinkelse i forhold til tidsplanen, hvilket der var forståelse for hos bygherren.

Af historikken fremgår, at når man har en speciel bro, der skal placeres i et specielt område, tager det tid. Tingene skal naturligvis undersøges grundigt, og mange skal høres, inden en tilladelse kan gives. At bygge en 90 meter lang stålbro



Figur 2: Broen glider i en højde på godt 10 meter ind mellem trækroneerne.

midt gennem en fredskov kan være et voldsomt indgreb i naturen, hvis ikke der tages de nødvendige hensyn.

Derfor sørgede kommunen blandt andet for:

- At opgravet skovmuld blev genanvendt for at sikre skovens flora de bedste muligheder for at genskabe sig hurtigt efter anlægsarbejdet.
- At dele af opskårne træstammer og enkelte trærødder blev efterladt i skovbunden omkring broen for at bidrage til biodiversiteten i området.
- At arbejdsarealet blev efterladt som en lysåben skov, hvor det forventes at skovens beplantning ved selvforyngelse vil lukke sig omkring broen.

Økonomien spillede naturligvis også en rolle. I forhold til de første overslag blev broen en del dyrere. Men undervejs var den også blevet udvidet i bredden og blevet krum. Udsigtsplatform og belysning var kommet til, og træbroen var blevet til en stålkonstruktion. Endelig var der en del omkostninger forbundet med at etablere den erstatningsskov, som var krævet af Miljøstyrelsen.

Sådan som broen fremstår i dag - elegant og balanceret i forhold til omgivelserne - må man formode, at både det øgede tidsforbrug og meromkostningerne vil træde i baggrunden for brugerne af broen over Stampmøllebæk. ●