

Vækstaksen i Aalborg



P2 - PROJEKT
GRUPPE B2-23
BYGGERI & ANLÆG 2
AALBORG UNIVERSITET
DEN 23. MAJ 2016



AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

**Første Studieår v/ Det Teknisk-
Naturvidenskabelige Fakultet**

Byggeri og Anlæg

Strandvejen 12-14

9000 Aalborg

<http://www.tnb.aau.dk>

Titel:

Fundering af tilbygning af Strøbyrbergs Palæ

Projekt:

P2-projekt

Projektperiode:

Februar 2016 - maj 2016

Projektgruppe:

B2-23

Deltagere:

Alexander Schacht

Emil Faber B.-S.

Hussein Al-Ali

Johnny Tuan N.

Jonas Damsbo

Mads Bjørndal N.

Massir Thaafghan

Vejledere:

Søren Dam Nielsen og Niels Agerholm

Synopsis:

Dette P1-projekt omhandler KMDs nordlige langt-spændende gangbro, som forbin-der KMDs to hovedbygninger med hinan-den. I kapitlet *Beskrivelse af konstruktion*, beskrives KMDs gangbro detaljeret, med hvilke materialer den er lavet af samt dens dimensioner. I kapitlet *Stål og dets egen-skaber*, beskrives det anvendte stål, dets flydespænding samt dets tryk og træk styr-ker. I kapitlet *Standarder og normer*, be-skrives hvad Eurocodes, Dansk Standard, partialkoefficienter og Bygningsreglemen-tet er. I kapitlet *Laster* beregnes egen-, nyttelasten, vind- og snelasterne for KM-Ds gangbro. I kapitlet *Statisk dokumen-tation* beregnes reaktionerne og de indre kræfter. Dernæst bevises det, at bæreev-ne er tilstrækkelig. Tilsidst konkluderes de opstillede problemstillinger i en besvarel-se, hvor det munder ud i, at gangbroen er dimensioneret tilstrækkeligt.

Oplagstal: 10

Sidetæl: 118

Appendiks: 33

Afsluttet 18-12-2015

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatterne.

Forord

Denne rapport er resultatet af det arbejde projektgruppen A408a, bachelor Byggeri og Anlæg på Aalborg Universitet, har lavet i P1-projektet på første semester. Rapporten er udarbejdet fra perioden d. 6. oktober til d. 18. december. Det overordnede emne for dette P1-projekt er; Aalborg, en by i stadig forandring, med underemnet; Analyse af bæreevnen af langt-spændende gangbro, hvor der er arbejdet med tekniske og kontekstuelle problemstillinger for udformningen af KMDs gangbro og eftervisning af dens bæreevne. Vi vil gerne takke vores vejleder, Jonas Bjerg Thomsen, for hans indsats, hjælp og gode samarbejde igennem hele projektperioden.

Læsevejledning

Rapporten udformet således, at der løbende kommer kildehenvisninger i teksten, som til sidst er uddybet i en litteraturliste. Kildehenvisningerne i denne rapport er lavet med Harvard metoden, som angives med: [Forfatterens efternavn/virksomhed, udgivelsesår]. Ved referering til en hjemmeside anvendes samme metode, dog skrives der i litteraturlisten hvornår den sidst blev set. I litteraturlisten er kilderne organiseret i en kronologisk rækkefølge. Hvis der er en kilde, som har samme forfatterefternavn og udgivelsesår, tilføjes et suffiks i form af et bogstav (a,b osv.), dette gøres, så det er muligt at kende forskel på kilderne. I selve litteraturlisten angives forfatter(e), titel, udgave, oplag, ISBN-nummer og forlag, hvor hjemmesider har forfatter(e) eller virksomhed, titel, internetadresse, årstal og besøgsdato. Figur- og tabel nummerering er opstillet i kronologisk rækkefølge. Det første tal i et figur- eller tabelnummer er kapitelnummeret, det andet tal er figurens eller tabellens navn. Et eksempel på dette kunne være den femte figur i kapitel tre, den vil blive nummeret som Figur 3.5. Figurer uden en kildehenvisning er udarbejdet af projektgruppen selv.

Alexander Schacht

Emil Faber B.-S.

Hussein Al-Ali

Johnny Tuan N.

Jonas Damsbo

Mads Bjørndal N.

Massir Thaaafghan

Indholdsfortegnelse

Indledning 1

Problemanalyse 2

Dette afsnit vil indeholde en argumentation for, hvad denne rapports grundlæggende emnevalg er samt en motivationsdel til rapporten, som er givet ud fra en undren over emnet. Til sidst vil metodevalget blive begrundet.

2.1 Initierende problem

KMDs langt-spændende gangbro er en konstruktion, der er udformet som en gitterkonstruktion. Dette danner grundlag for en gennemgang af analytiske modeller og metoder, der anvendes til at bestemme konstruktionens stabilitet og dimensioner. Igennem tiderne har forkerte modeller og metoder betydet delvise eller totale kollaps for bygninger. For eksempel da Superarenaen i Ballerup kollapsede den 3. januar 2003 pga. fejldimensionering af bjælkerne og i vinteren 2009-2010 hvor der skete en sammenstyrtning af en stald pga. en dimensioneringsfejl i de bærende søjler. I dette projekt vil der forsøges at opnå en forståelse af de anvendte modeller og metoder til at eftervise en konstruktions bæreevne og hvordan den er sikret via beregningerne. Dette rejser en række interessante spørgsmål, som er opdelt i følgende punktform.

- Hvad påvirker gangbroens konstruktion?
- Hvilke metoder anvendes ved bestemmelse af bæreevnen?
- Hvordan sikres konstruktionerne i de benyttede last- og beregningsmodeller?

2.2 Problemformulering

Ved den initierende problemstilling blev der set på nogle interessante områder, som projektgruppen ønsker at eftervise med denne rapport. Dette munder ud i en konkret problemstilling, hvor metoden last-system-respons vil være oplagt at anvende til beregning eller eftervisning af konstruktionens stabilitet og dimensioner. Dette sikrer processen fra modeller og forudsætninger til virkeligheden. For at man nemmere kan tyde de opstillede problemer, opdeles det i følgende underpunkter.

- Hvilken type konstruktion er KMDs gangbro?
- Hvorfor er stål egnet som byggemateriale?
- Hvilke laster bliver gangbroen påvirket af?
- Hvordan anvendes knudepunktsmetoden til at finde den samlede lastpåvirkning for gangbroen?
- Er dimensionerne af profilerne i gangbroen tilstrækkelige?

2.3 Problemafgrænsning

I denne rapport er projektets fokus, hvilket grundlag der er for dimensioneringen af gangbroen. Dette munder ud i en statisk model, som består af relevante beregninger, som resulterer i hvorvidt dimensioneringen af stålprofiler er korrekt eller i så fald er overdimensioneret eller underdimensioneret. Igennem rapporten vil de relevante metoder blive brugt til at besvare problemstillingerne. Rapporten er udarbejdet, som et produkt af et P1-projekt indenfor det ingeniørvidenskabelige basisår. Dette resulterer i en tidsbegrænset proces, som har betydning for rapportens indhold og derfor er det nødvendigt at lave en afgrænsning. Derfor vil nedenstående problemstillinger ikke blive taget i betragtning og vil dermed blive afgrænset fra rapporten:

- KMDs to hovedbygninger.
- Aalborgs lokalplan for Sturhs Brygge.
- Geotekniks analyse af byggegrunden.
- Det økonomiske aspekt indenfor byggeprojektet.
- Gangbroens energi og indeklima.
- KMDs begrundelse for opførelsen af gangbroen.
- De indre vindkræfter.
- De arkitektoniske overvejelser.
- De hensigtsmæssige ulykkeslaste og brandsikringen.

2.4 Metodevalg

P1-projektets metodevalg er baseret på, at rapporten vil beskrive KMDs gangbro ud fra en ingeniørs synsvinkel. Metoden behandler tre hovedpunkter, som kendes fra én metode, last-system-responsmetoden. Denne metode anvendes til overvejelser for gangbroens konstruktion. Projektet vil inddrage beregninger, som vedrører de forskellige laste. Det, som optager lasterne er gangbroens konstruktion, hvormed gitterkonstruktionen er systemet, som håndterer lasterne. Responsen af gangbroen er herefter det interessante, hvor det kan sættes i sammenhæng med, om konstruktionen er tilstrækkelig dimensioneret. Der vil blive analyseret ud fra beregninger af de indre kræfter i gangbroen.

Konklusion 3

Denne rapport dokumenterer, at den nordlige gangbro ved KMD er konstrueret korrekt i form af tilstrækkelig bæreevne i forhold til de forskellige laster, som den bliver udsat for.

Ud fra rapporten konkluderes der, at KMDs gangbro er en konstruktion, der er konstrueret som en gitterkonstruktion. En gitterkonstruktion er en konstruktion, som er opbygget af stænger, som udgør trekanter. Konstruktionen er opbygget som en statisk ubestemt konstruktion, men for at gøre det muligt at beregne de indre kræfter, ved hjælp af knudepunktsmetoden i konstruktionen, er der indsat en fiktiv stang for at gøre konstruktionen statisk bestemt.

Stål er et velegnet materiale til gangbroen, da stål har en meget høj trækstyrke, hvilket underflangen af gangbroen vil blive udsat for. En anden grund til, at stål er et velegnet byggemateriale er, at det kan fremstilles i en lang række forskellige kvaliteter, alt efter hvilken opgave det skal have.

I denne rapport er der blevet beregnet på fire forskellige laster, som påvirker KMDs gangbro; egen-, nytte-, vind- og snelast. De forskellige laster er blevet ført ud på 48 forskellige knudepunkter. Egenlasten er den last, som en konstruktion belaster sig selv med og er blevet beregnet ud fra de materialer gangbroen er bygget af. Nyttelasten er den last, som gangbroen udsættes for af mennesker og inventar. Nyttelasten er beregnet ud fra en standard, som passer til gangbroens kategori i forhold til hvad den anvendes til. Vindlast er den last, som vinden påvirker en konstruktion med. Vindlasten er beregnet ud fra en række standarder og normer, fundet i Eurocodes, såsom hvor høj en konstruktion er, hvilket område konstruktionen ligger i, om der står andre konstruktioner i nærheden og hvor i landet konstruktionen ligger. Vindlasten er den eneste last, der i denne rapport både påvirker det vertikale og horisontale gitter. Snelasten er den last, som sne påvirker en konstruktion med, den virker udelukkende på taget af KMDs gangbro og den kan både være jævnt og ujævnt fordelt derpå. Snelasten beregnes også ud fra information, der fås i Eurocode og ud fra, at der forekommer snedriver når konstruktionen ligger imellem to højere konstruktioner, som er tilfældet for KMDs gangbro.

Ud fra egen-, nytte-, vind- og snelasterne er der blevet beregnet lastkombinationer hvor de forskellige laster på skift er beregnet som dominerende. Der bliver ganget partialkoefficienter på lastkombinationerne for at sørge for, at lasterne bliver overvurderet i forhold til hvor store de er i den virkelige verden. Dette gøres for at sikre en mindre risiko for kollaps, da modeller og virkelighed ikke altid stemmer overens. Laster hvor partialkoefficienter er multipliceret på kaldes regningsmæssige laster. Den største regningsmæssige last bliver herefter anvendt til eftervisning af bæreevnen. På KMDs gangbro er det den lastkombination, hvor nyttelasten er dominerende, der er størst.

Med viden om, at gangbroen er statisk bestemt, er stangkræfterne beregnet ved anvendelse af knudepunktsmetoden. Ved brug af knudepunktsmetoden løsskæres alle knudepunkter fra hinanden og der beregnes horisontal og vertikal ligevægt for indre kræfter ved knudepunkter. Ved beregningerne af stangkræfterne bliver det fastlagt hvilke stænger der er træk- eller trykstænger. Ud fra de beregnede indre kræfter, er der opstillet en statisk model, som efterviser, at den regningsmæssige spænding er lavere end profilens maksimale tilladte spænding.

Ud fra den statiske dokumentation kan det konkluderes, at de regningsmæssige spændinger i profilerne er mindre end den tilladte spænding, derfor er gangbroen dimensioneret tilstrækkeligt, ud fra de antagelser der er lavet i rapporten. Den fiktive stang der blev placeret for at kunne anvende knudepunktsmetoden, og ud fra beregningen af de indre kræfter kan det konkluderes, at den fiktive stang er minimalt belastet.