



Tittel:  
**Miljøanalyse og beregning av prefabrikkert overgangsbros**

Kandidater:  
 Eirik Linaker Danielsen  
 Ole Jonas Arnesen  
 Torgrim Nonslid Eriksen

Veiledere:  
 Bjørn Kittelsen, UiA  
 Paul Ragnar Svennevig, UiA  
 Gunnar Veastad, Nye Veier



### Innledning

Nye Veier og Universitetet i Agder gikk i 2016 inn i en samarbeidsavtale. Målet med dette samarbeidet er å bidra til å bygge gode veier raskere og smartere. Denne bacheloren tar derfor for seg prefabrikasjon av en overgangsbros, der prefabrikasjon kan hjelpe med deres formål. Målet med oppgaven er å gjennomføre miljøanalyse av to brosystemer med forskjellige bjelketverrsnitt og forskjellige spennlengder.

### Problemstilling

Denne rapporten sammenligner CO<sub>2</sub> ekvivalent avtrykket av MOT- og NTB-tverrsnittene. Det er gjort en analyse av hvilke spennvidder som er mest effektive for CO<sub>2</sub> ekvivalent avtrykk.

Spørsmålene vi har valgt å sjekke mer grundig er:

Hvordan bør MOT-tverrsnittet utformes etter dagens regelverk, og hvilken maksimal spennvidde har de?

Hvordan er MOT- og NTB-broene sammenlignet på utslipp av CO<sub>2</sub> ekvivalenter, med bruk av vugge til port prinsippet?

Hvordan varier utslippet av CO<sub>2</sub> ekvivalenter med forskjellige spennvidder og hva er mest gunstig?

### Teori

Rapporten inneholder teori om miljø, utforming og dimensjonering.

Teorien om miljø omhandler generell teori om «Environmental Product Declaration» og anvendelse av enkle CO<sub>2</sub>-ekvivalent beregninger.

Teorien om utforming inneholder beskrivelser av både NTB- og MOT-broer og landkar.

Teorien om dimensjoneringen inneholder grunnleggende mekanikk og statikk. I tillegg er det vist detaljerte metoder for dimensjonering av en samvirkebjelke.

Teorien er hentet fra sikre kilder som standarder, håndbøker, lærebøker og vitenskapelige artikler.

### Resultat

Tabell 1 viser variasjon av antall kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter ved forskjellige spennvidder og betongtype. Dette eksempelet tar utgangspunkt i spenn over firefelts motorvei.

Tabell 1

Brottype og spennvidde	Totalt utslipp lavkarbon (kg CO <sub>2</sub> -ekv)	Totalt utslipp normalbetong (kg CO <sub>2</sub> -ekv)
MOT 1200 28m	86833	99006
NTB 1400 40m	85670	97407
NTB 1400 38m	87904	100132
NTB 1200 36m	84443	95919
NTB 1200 34m	83452	94942
NTB 1200 32m	83285	94903
NTB 1200 30m	83636	95441
NTB 1000 28m	81887	93240
NTB 1000 26m	82040	93546
NTB 800 24m	83897	95558
NTB 800 23m	82081	93541

### Sammendrag

This bachelor thesis aims to compare the current standardized beam cross section, MOT, with a cross section under development called "Normalized T-Beams" (NTB). There will also be done a greenhouse gas emission analyses of the structural elements for several bridge spans.

The MOT-cross section has been updated from an older set of regulations to the current ones. Abutments have been designed for different bridge-spans from 23m to 40m. NTB cross sections and abutments have then been analysed for their greenhouse gas emissions for these spans.

The calculations done for the MOT-cross section is based on regulations stated in Eurocodes and in Norwegian federal manuals. The abutments have been designed using tables given by "Statens Vegvesen". The analyses of greenhouse gas emissions are done by using Environmental Product Declaration.

There were found that the NTB-cross section had less greenhouse gas emissions than the MOT-cross section, with the potential of longer spans.

The greenhouse gas emissions from the different spans were found to have small variations.

The results show that the span of 28m with NTB-cross section had least emissions. Because the variations in emission is so small, one should also consider other criteria to determine which span should be used. The results also show that the use of low-carbon-concrete instead of standard concrete is more important than the

design of the bridge itself. One should also consider aesthetic- and safety factors.

### Konklusjon

De forskjellige spennviddene som er brukt har en variasjon på 7 prosent. Den spennvidden med størst CO<sub>2</sub>-utslipp er på 38 meter, mens den med lavest CO<sub>2</sub>-utslipp er på 28 meter. Det er ikke en lineær forskjell mellom lengdene, men med spenn over 28 meter blir CO<sub>2</sub>-utslippet noe større ved lengre spenn.

Forskjellen mellom lavkarbonbetong og normalbetong er fra 11353 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og opp til 12228 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Dette utgjør en forskjell på 13 til 14 prosent. Dette viser at det er muligheter for å bygge klimavennlig hvis det er formålet med konstruksjonen.

Resultatene fra CO<sub>2</sub>-utslippet viser at en spennvidde på 28 meter er den spennvidden som har lavest CO<sub>2</sub>-utslipp. Denne har et utslipp på 81.888 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Det blir dermed unødvendig å bygge overgangsbros med en kortere spennvidde en 28 meter uansett nødvendig lengde. Dette er da kun med tanke på CO<sub>2</sub>-regnskapet.

Det å se på konstruksjonen kun fra et miljøperspektiv er noe som mest sannsynlig aldri vil skje. Siden miljøregnskapet er såpass likt for alle spennviddene vil det være aktuelt å se på andre faktorer som sikkerhet, estetikk og byggervennlighet. Her vil en lenger bro være bedre på alle punktene. En bro som tilfredsstill alle krav på en god måte vil være broen med et brospenn på 36 meter og synlig landkarhøyde på 3 meter.