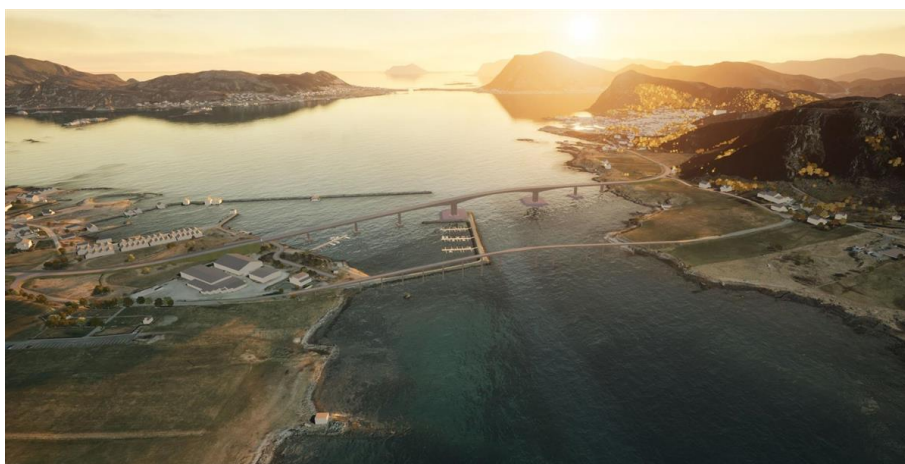


Stian André L. Skjelstad  
Johannes Rabjerg Strand

## Nye Nerlandsøybrua

Miljøgassutslipp og sammenligninger av  
lavkarbonbetong

Bacheloroppgave i Byggingsteknikk  
Veileder: Torodd Skjerve Nord  
Medveileder: Ragnhild Holen Relling  
Mai 2024





Stian André L. Skjelstad  
Johannes Rabjerg Strand

## **Nye Nerlandsøybrua**

Miljøgassutslipp og sammenligninger av  
lavkarbonbetong

Bacheloroppgave i Byggteknikk  
Veileder: Torodd Skjerve Nord  
Medveileder: Ragnhild Holen Relling  
Mai 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap  
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden







Kunnskap for en bedre verden

INSTITUTT FOR HAVROMSOPERASJONER  
OG BYGGTEKNIKK

BYGA2900 - BACHELOROPPGAVE BYGG

---

# Nye Nerlandsøybrua

---

*Forfattere:*

Johannes Rabjerg Strand

Stian André L. Skjelstad

20. mai 2024

---

## Forord

Denne rapporten er den avsluttende oppgave for bachelorgraden på NTNU i Ålesund. Oppgaven er skrevet av to studenter som har studert byggingeniør med spesialisering innen konstruksjonsteknikk ved NTNU Ålesund. Oppgaven er skrevet i samarbeid med Møre og Romsdal Fylkeskommune, og er en rapport om miljøgassutslipp, og sammenligninger mellom bruk av lavkarbonklasser i betong ved den nye Nerlandsøybrua.

Konseptet ved oppgaven ble presentert til oss i et møte med Møre og Romsdal fylkeskommune hvor vi, sammen med veileder fra NTNU Ålesund, ble enig om å fokusere på miljø og bærekraft for den nye Nerlandsøybrua. Dette tema er interessant både for oss som studenter og for fylkeskommunen, som er interessert i å få et bedre innblikk på bærekraft og miljø.

I gjennomføring av oppgaven har vi fått god hjelp, og vil i den forbindelse gi en spesiell takk til:

- Ragnhild Holen Relling (Veileder Fylkeskommunen)
- Carola Dybvik (Byggeleder Nerlandsøya)
- Torodd Skjerve Nord (Veileder NTNU)

---

# Innhold

<b>Figurer</b>	<b>ix</b>
<b>Tabeller</b>	<b>ix</b>
<b>1 Introduksjon</b>	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn . . . . .	1
1.2 Formål og problemstilling . . . . .	1
1.3 Avgrensninger . . . . .	1
1.4 Oppbygging av oppgave . . . . .	2
1.4.1 Oppgavens flyt . . . . .	3
<b>2 Teori</b>	<b>4</b>
2.1 Regelverk . . . . .	4
2.1.1 Plan- og bygningsloven (PBL) . . . . .	4
2.1.2 Byggteknisk forskrift (TEK17) . . . . .	4
2.1.3 Byggesaksforskriften (SAK10) . . . . .	4
2.1.4 Norsk Standard (NS) . . . . .	4
2.1.5 Norsk Betongforening . . . . .	5
2.1.6 Vegnormal N400 Bruprosjektering . . . . .	5
2.1.7 Miljøkrav i N400 . . . . .	5
2.1.8 Krav til spesielle brutyper i N400 . . . . .	5
2.2 Programvare . . . . .	6
2.2.1 Solibri . . . . .	6
2.2.2 Trimble Connect . . . . .	6
2.2.3 One Click LCA (2015) . . . . .	6
2.2.4 Excel . . . . .	6
2.2.5 VegLCA . . . . .	6
2.3 Miljø og bærekraft . . . . .	7
2.3.1 Nye retningslinjer . . . . .	7
2.3.2 LCA . . . . .	7
2.3.3 EPD . . . . .	8
2.3.4 GWP og CO2-ekvivalenter . . . . .	8
2.4 Konstruksjonsmaterialer . . . . .	9
2.4.1 Betong . . . . .	9
2.4.2 Plasstøpt betong . . . . .	9

---

2.4.3	Betongkvalitet . . . . .	9
2.4.4	Lavkarbonbetong . . . . .	9
2.4.5	Forskaling . . . . .	10
2.4.6	MSS forskalingsvogn . . . . .	10
2.4.7	FFB forskalingsvogn . . . . .	10
2.4.8	Armering . . . . .	11
2.4.9	Peler og forankring . . . . .	11
2.5	Brubygging . . . . .	11
2.5.1	Fritt frambygg . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Materialer og metoder</b>	<b>12</b>
3.1	Prosjektgrunnlag . . . . .	12
3.1.1	Byggemåte . . . . .	12
3.2	Miljøvennlige tiltak . . . . .	13
3.3	Metoder . . . . .	13
3.3.1	Valg av programvarer . . . . .	13
3.4	Grunnlag for informasjon brukt i analysen . . . . .	14
3.4.1	IFC-filer . . . . .	14
3.4.2	Solibri . . . . .	14
3.4.3	EPD . . . . .	14
3.5	Mengder brukt i beregning . . . . .	15
3.5.1	Betong . . . . .	16
3.5.2	Kamstål . . . . .	16
3.5.3	Peler . . . . .	16
3.5.4	Spennarmering . . . . .	17
3.6	Formler og beregninger EPD . . . . .	18
3.6.1	Eksempel total GWP-beregning for betong . . . . .	18
3.7	Fremgangsmåte One Click LCA, nye mengder . . . . .	19
3.7.1	Masser og masseforflytninger . . . . .	19
3.7.2	Fundamentering . . . . .	19
3.7.3	Konstruksjonsmaterialer . . . . .	19
3.8	Fremgangsmåte One Click LCA, prosjektgrunnlag . . . . .	20
3.8.1	Masser og masseforflytninger . . . . .	20
3.8.2	Fundamentering . . . . .	20
3.8.3	Konstruksjonsmateriale . . . . .	20

---

3.9	Sammenligninger . . . . .	20
3.9.1	Karbonklasse A . . . . .	20
3.9.2	Bransjereferanse . . . . .	21
3.10	Sammenligningsgrunnlag . . . . .	21
<b>4</b>	<b>Resultater</b>	<b>22</b>
4.1	Mengder . . . . .	22
4.2	Nåværende løsning . . . . .	23
4.2.1	Resultater for resterende faser, lavkarbonklasse B . . . . .	24
4.3	Mengder i prosjektgrunnlag . . . . .	24
4.4	Sammenlignet CO2-utslipp . . . . .	25
4.5	Alternative løsninger . . . . .	26
4.5.1	Lavkarbonklasse A . . . . .	26
4.5.2	Bransjereferanse . . . . .	27
4.6	Sammenligning av resultater . . . . .	28
<b>5</b>	<b>Drøfting</b>	<b>29</b>
5.1	Valg av materialer . . . . .	29
5.1.1	Design av konstruksjon . . . . .	29
5.1.2	Stål . . . . .	29
5.1.3	Betong . . . . .	29
5.1.4	Peler . . . . .	30
5.1.5	Spennarmering . . . . .	30
5.2	Utstyr . . . . .	30
5.3	Sammenligninger . . . . .	31
5.4	Forenklinger . . . . .	31
5.5	Utfordringer . . . . .	31
5.6	Vurdering av resultater . . . . .	31
5.7	Videre arbeid . . . . .	32
<b>6</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>33</b>
	<b>Bibliografi</b>	<b>34</b>
<b>A</b>	<b>EPD-Betong</b>	<b>36</b>
<b>B</b>	<b>EPD-kamstål</b>	<b>45</b>

---

<b>C EPD-spennarmering</b>	<b>57</b>
<b>D EPD-Peler</b>	<b>69</b>

---

## Sammendrag

Oppgaven omhandler en klimagassanalyse av konstruksjonsmaterialene for den nye Nerlandsøybrua. Det blir sett nærmere på det totale utslippet for konstruksjonen, og dette blir sammenlignet opp imot tidligere prosjekterte mengder. Videre blir bruken av lavkarbonklasser drøftet og sammenlignet for å se på muligheten i å redusere utslippet. Analysen blir gjennomført i OneClick LCA, og nødvendige kontrollberegninger er gjort for hånd. Resultatene presenteres videre i tabeller, grafer og diagrammer ved hjelp av Excel.

Resultatene viser at konstruksjonselementene til den nye Nerlandsøybrua gir et totalt utslipp på 5 212 tonn CO<sub>2</sub>-eq. Ser man kun på fase A1 til A3 er utslippet 4 627 CO<sub>2</sub>-eq. For prosjektgrunnlaget er utslippet beregnet til 4 711 CO<sub>2</sub>-eq. Sammenligningen av utslippet i prosjektgrunnlaget opp mot de nye mengdene er tilnærmet likt.

Videre er de nye mengdene sammenlignet opp mot bruk av lavkarbonklasser. Her gir endring fra lavkarbonklasse B opp til lavkarbonklasse A en utslippsreduksjon på 766 tonn CO<sub>2</sub>-eq, som tilsvarer det årlige utslippet til 102 nordmenn.

---

## Abstract

The task concerns a climate analysis of the construction materials of the new Nerlandsøy-bridge. There will be taken a closer look at the total emissions for the construction, which will be compared to early-stage projected quantities. The use of low-carbon concrete will be discussed and compared to analyze the possibility to lower CO<sub>2</sub>-emissions. The analysis will be done through the program One Click LCA, and necessary control calculations will be done by hand. Results are presented in tables, graphs and diagrams through Excel.

Final results show that the main components of the new bridge are responsible for 5 212 tons CO<sub>2</sub>-eq. If we only consider the phases A1 - A3, we find that the components are responsible for 4 627 tons CO<sub>2</sub>-eq. For the early-stage projected quantities, the emissions are calculated to 4 711 tons CO<sub>2</sub>-eq. The comparison between these are relatively equal.

The emissions from the quantities used in the bridge are compared to low-carbon concrete. The change in emissions between low-carbon class A and low-carbon class B is 766 tons CO<sub>2</sub>-eq, which makes up the yearly emission for 102 norwegian people.



---

## Terminologi

**EPD** = Environmental Product Declaration

**LCA** = Life Cycle Assessment

**CO<sub>2</sub>-eq** = CO<sub>2</sub> - ekvivalenter

**GWP** = Global Warming Potential

**mMN** = Meter MegaNewton

**V/C** = Forholdet mellom vann og sement i betong

**CEN** = European Committee for Standardization

**ISO** = International Organization for Standardization

**NS-EN** = Norsk Standard, utviklet i Europa

---

## Figurer

1	Gjennomføring av oppgaven . . . . .	3
2	Delene i en LCA [16] . . . . .	7
3	Systemgrense for produkt i EPD A . . . . .	8
4	Lavkarbonklasser og maks tillatt antall kg CO2-ekvivalenter for betong [8] . . . . .	10
5	MSS - forskalingsvogn . . . . .	12
6	Miljøpåvirkning (environmental impact) . . . . .	18
7	Andel CO2-utslipp for de ulike materialene, lavkarbonklasse B . . . . .	23
8	Tonn CO2-utslipp for prosjektgrunnlag . . . . .	24
9	Tonn CO2-utslipp for forskjellige scenarier . . . . .	25
10	Andel CO2-utslipp for lavkarbonklasse A . . . . .	26
11	CO2-utslipp for betong i bransjereferanse . . . . .	27
12	Tonn CO2-eq for betong i lavkarbonklasse A, B og bransjereferanse. . . . .	28

## Tabeller

1	Nye mengder [24] . . . . .	15
2	Mengder fra prosjektgrunnlag [3] . . . . .	15
3	Verdier for betong . . . . .	16
4	Verdier for kamstål . . . . .	16
5	Verdier for borede peler . . . . .	17
6	Verdier for spennarmering . . . . .	17
7	Nye mengder [24] . . . . .	22
8	Mengder fra prosjektgrunnlaget . . . . .	22
9	Kontrollberegning . . . . .	23
10	Utslipp Lavkarbonklasse B . . . . .	23
11	Lavkarbonklasse B, Tonn CO2-eq for alle fasene i LCA . . . . .	24
12	Tonn CO2-eq i prosjektgrunnlag . . . . .	24
13	Utslipp Lavkarbonklasse A . . . . .	26
14	Utslipp bransjestandard . . . . .	27
15	Tonn CO2-eq, A1 - A3 for lavkarbonklasser . . . . .	28

---

# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn

I 1968 begynte det å gå trafikk over Nerlandsøybrua. Brua som står der i dag er en smal etfeltbru i betong med liten overdekning til armeringen, og små mengder med sement. Denne konstruksjonsteknikken har medført at armeringen nå preges av korrosjonsskader. Korrosjonsskadene gjør at brua er i dårlig stand, og Møre og Romsdal fylkeskommune bestemte i 2021 at bruen må skiftes ut [9].

Møre og Romsdal fylkeskommune bygger nå ei ny bru som skal erstatte den gamle Nerlandsøybrua i Hessa kommune, som forbinder Nerlandsøya og Bergsøya. Entreprenører for prosjektet er Metrostav Norge AS og Bertelsen og Garpestad AS. Bruprosjektering og veiprojektering er utført av Rambøll Norge AS. Den nye Nerlandsøybrua er ferdigprosjektert, og nå under oppføring. Brua er lyst ut som en betongbru med 8 spenn med total brulengde på 574m, og total brubredde på 11,5m inkludert en adskilt gangbane på 3m [20].

Møre og Romsdal fylkeskommune viser stor interesse for å få en bedre og mer oversiktlig innsikt i bærekraftspåvirkningen for sine prosjekter. Dette innebærer og se på hva som kan gjøres annerledes i fremtidige prosjekter for å sikre økt bærekraft. Miljø og bærekraft er også veldig interessant og relevant for oss som studenter, da dette er et stort tema fra tidligere pensum og som vil være nyttig i videre arbeidsliv.

Oppgaven er gjennomført av en gruppe bestående av to studenter innenfor konstruksjonsteknikk. Begge studentene har erfaring med jobb på byggeplass. En har fagrev innenfor tømring og en har tidligere jobbet to år som hjelpearbeider innenfor betong. Begge studentene har gjennom studieløpet hatt relevante fag med fokus på bærekraft og miljø.

## 1.2 Formål og problemstilling

Formålet for oppgaven er å gi god innsikt i miljø og bærekraftspåvirkninger for prosjektet på Nerlandsøya. Oppgaven skal også gi et anslått miljøgassregnskap på konstruksjonselementene for brua. Fylkeskommunen viser interesse for å samle mer innsikt i miljøaspektene i prosjektene deres. Stadig nye regler og lovverk innføres i Norge som påvirker hvor bærekraftig og miljøvennlig prosjekter skal være. Gruppen har derfor et ønske om at oppgaven tilrettelegger for et større engasjement i livsløpsanalyser og bærekraftig tenking for fremtiden.

### **Problemstilling:**

- Vurder miljøpåvirkningen av konstruksjonselementene på Nerlandsøybrua.
- Sammenligne bruk av forskjellige materialer, med hovedfokus på betong.

Miljøgassutslipp og LCA for hovedkomponentene i den nye Nerlandsøybrua skal beregnes ved hjelp av One Click LCA. Videre skal resultatene i fasene A1 - A3 sammenlignes mot lavkarbonklasse A, bransjestandard og et scenario for mengder gitt i prosjektgrunlaget.

## 1.3 Avgrensninger

I oppgaven har studentene sammen med veiledere blitt enig om å avgrense seg til å kun se på miljøpåvirkninger fra konstruksjonselementene til brua. Dette innebærer betongmasser, armeringsstål, spennarmering og peler. En slik avgrensning gjør det mulig å kunne gå i dybden på det aktuelle temaet. Da begrenses mengden med unyttig informasjon vedrørende andre aspekter som ikke er interessante for oppgaven. Dette skaper også et sammenligningsgrunnlag for betongen som er brukt i prosjektet. Når lavkarbonklasser sammenlignes, vil hovedfokuset ligge på de største komponentene i brua, og mindre materialer blir ansett som støy.

---

Det blir heller ikke foretatt vurderinger rundt design og utforming av brua i oppgaven. Dette blir heller drøftet i etterkant av beregninger og resultat.

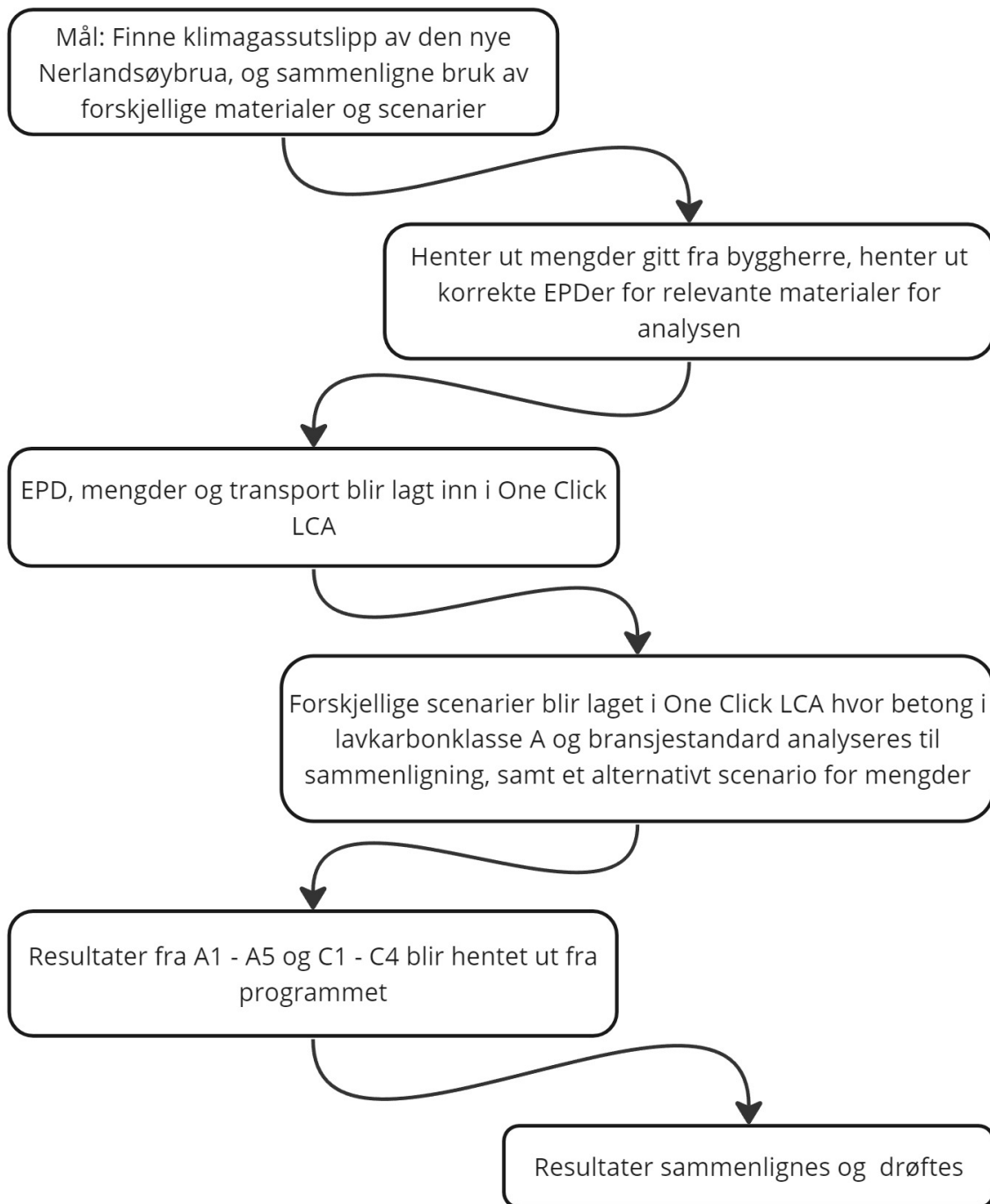
#### 1.4 Oppbygging av oppgave

Problemstillingen for oppgaven stiller to krav; føre et ferdig resultat for miljøgassutslipp til hovedkomponenter i den nye Nerlandsøybrua, og sammenligne disse utslippene med alternative materialer og scenarier med hensyn til miljøgassutslipp i produksjonsfasen. For å starte denne analysen, må nødvendig informasjon som mengder av materialet med tilhørende EPD hentes ut. Videre beregninger og resultater hentes ut fra programmet One Click LCA, før de blir fremstilt og drøftet. En illustrasjon for gjennomføring av oppgaven er gitt i figur 1.

---

### 1.4.1 Oppgavens flyt

Figur 1 viser hvordan problemstillingene blir løst gjennom oppgaven på en systematisk måte.



Figur 1: Gjennomføring av oppgaven

---

## 2 Teori

### 2.1 Regelverk

Det er strenge retningslinjer innenfor miljø og bærekraft. For å sikre riktige og oppdaterte resultater er det nødvendig å sette seg inn i hva disse er.

I Norge har vi et helt nettverk av lovverk som samhandler for å lage en standard for alt av nybygg, arealer, planlegging og bærekraft. Hensikten med disse lovene er å sette et minimumskrav for hvordan byggverk skal prosjekteres og utføres.

#### 2.1.1 Plan- og bygningsloven (PBL)

Plan- og bygningsloven er den viktigste loven som omhandler bruk og forvaltning av arealer og eiendommer i Norge. Loven gjelder i utgangspunktet for alle typer byggeprosjekter, som betyr at loven er sektorovergripende. Loven dekker hele landet og strekker seg i tillegg én nautisk mil ut i havet [18].

Formålet med loven er å tilrettelegge for bærekraftig utvikling som skal være til det beste for oss den dag i dag, men samtidig for generasjoner som kommer etter oss [28]. Det er ved hjelp av PBL det bestemmes hvor stort arealet som kan benyttes og hvilke miljøhensyn som skal tas. Loven inneholder også punkter vedrørende krav til bærekraftig utvikling.

#### 2.1.2 Byggteknisk forskrift (TEK17)

Byggteknisk forskrift (TEK17) definerer krav og lover til bygg i Norge. TEK17 inneholder tekniske krav til alt fra nybygg, påbygg og renovasjonsprosjekter. Forskriften innebærer hovedsaklig krav til struktur, inneklima, tilgjengelighet, sikkerhet og mer [13]. Hensikten med byggteknisk forskrift er å sette en standard for nye bygg og prosjekter som videre fører til økt bærekraft, tilgjengelighet og sikkerhet. Dette medfører krav til dokumentasjon, i tillegg til rett gjennomføring av hele prosjektet for at det skal bli godkjent i henhold til TEK17- standarden. TEK17 er en del av et mye større regelverk som innebærer blant annet plan- og bygningsloven (PBL) og byggesaksforskriften (SAK10).

#### 2.1.3 Byggesaksforskriften (SAK10)

SAK10 er en forskrift som omhandler byggesaker, og utfyller plan- og bygningslovens regler om blant annet behandling av byggesaker, godkjenning av ansvarsrett, kontroll og tilsyn. Det er også gitt en ramme for bestemmelser i henhold til krav om opplysningsplikter [6].

Hensikten med SAK10 er å sikre godt forberedte søknader og fordele oppgaver og ansvar på en god måte. SAK10 skal også effektivisere saksbehandlinger for å ivareta hensynsmessige mål samt ivareta samfunn og miljø, og sikre at involverte aktører har tilstrekkelig kvalifikasjoner [5].

#### 2.1.4 Norsk Standard (NS)

Norsk standard er en samling av retningslinjer og kvalitetskrav for ulike produkter, tjenester og systemer i Norge [22]. Standardene skal sørge for rett veiledning i prosjekter, å kvalitetssikre det som blir gjort. Norsk standard er altså en informasjonskilde som gir oss innsikt i hvordan utføre en prosess. Norsk Standard er også del av et større nettverk med standarder som er utviklet verden over. Disse er CEN (European Committee for Standardization) og ISO (International Organization for Standardization).

---

I byggebransjen er det en rekke NS-EN- og ISO-standarder som setter et grunnlag for design, utførelse, materialer og beregningsgrunnlag som følges under et byggeprosjekt. Et eksempel på en relevant eurokode fra Norsk standard som er brukt under betongkonstruksjoner er; NS-EN 1992 Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner. Denne standarden forteller de prosjekterende hva de må forholde seg til under prosjektet. Det må også tas hensyn til andre relevante standarder underveis i både planleggings- og prosjekteringsfasen.

### **2.1.5 Norsk Betongforening**

Norsk Betongforening er en interesseorganisasjon bestående av bedrifter og enkeltmedlemmer som er tilknyttet Tekna-Teknisk-naturvitenskaplig forening. Organisasjonen har nå 1300 medlemmer. Norsk Betongforening gir ut generell informasjon og publikasjoner om betong og byggebransjen i henhold til Norsk Standard og andre erfaringer i bransjen [4].

### **2.1.6 Vegnormal N400 Bruprosjektering**

Vegnormal N400 er Vegdirektoratets kontroll- og godkjenningsordning for bruer. N400 er utarbeidet av statens vegvesen og gjelder for prosjektering av bruer. Vegnormalen gjelder også for prosjektering av ferjekaier og andre bærende konstruksjoner som inngår i det offentlige vegnettet [37].

Denne vegnormalen tar hensyn til alle fasene for konstruksjonen. Dette innebærer byggetid, brukstid, produksjon-, transport- og montering for de bærende elementene. Vegnormalen gjelder også for reparasjons- og vedlikeholdstiltak som omhandler bæreevnen og påliteligheten i tillegg til forsterkning og ombygging av konstruksjonen.

Vegnormalen er basert på bestemmelser i Norsk Standard og Eurokode med gjeldende nasjonale tillegg.

### **2.1.7 Miljøkrav i N400**

I vegnormal N400 er det stilt krav til at hvilken brutype/konstruksjonsløsning som benyttes skal kunne begrunnes basert på bærekraft og beredskap. Denne begrunnelsen skal dokumenteres med et eget avsnitt og legges inn i prosjekteringsforutsetningene. Den valgte brutypen skal være optimalisert i forhold til bærekraft, da innenfor prosjektets tekniske og økonomiske rammer [37].

### **2.1.8 Krav til spesielle brutyper i N400**

For fritt frambyggbruer er det gitt krav i N400 som skal følges i bruens byggetilstand. Kravene omhandler krav til lastberegninger som skal tas hensyn til i prosjekteringsfasen, samt krav til hvordan gjennomføre byggeprosessen [37].

---

## 2.2 Programvare

Gjennom utdanningen for byggingeniør blir det introdusert en rekke forskjellige programvarer for byggebransjen. Disse programmene er med på å forenkle hele byggeprosessen. Noen av disse programmene benyttes til 3D-modellering og andre kan benyttes til å gjennomføre beregninger av konstruksjoner.

### 2.2.1 Solibri

Solibri er et modelleringsprogram hvor man kan sette sammen, kontrollere og kvalitetssikre ulike BIM-prosjekter. Ved hjelp av Solibri som verktøy er det enkelt å opprettholde kvaliteten i modeller fra ulike fag. Dette gjør det mulig for de involverte partene å effektivt kunne jobbe sammen [29].

### 2.2.2 Trimble Connect

Trimble Connect er en samarbeidsplattform som tilrettelegger for deling av filer og modeller. Programmet forenkler organiseringen av prosjekter og informasjonsdeling med andre. Trimble Connect holder alle involverte parter oppdatert på de nyeste endringene som blir foretatt i modellen. Programmet er nyskapende og gir tilgang til alle faser av konstruksjonen. Programmet bringer personer, teknologi og informasjon sammen for å kunne gi den best tenkelige løsningen [34].

Trimble Connect kobler sammen data fra alle fasene i prosjektet slik at man enkelt kan følge med på at prosjektet går etter planen og er innenfor det tiltenkte budsjettet.

### 2.2.3 One Click LCA (2015)

One Click LCA er et program hvor man kan lime inn IFC-filer utarbeidet fra andre modeller, og få utgitt en komplett LCA for konstruksjonen med de materialene som er valgt. One Click benyttes for å vurdere utslippskonsekvenser i planlegging og prosjektering av bygg. Resultatene hentet ut fra One Click LCA er en indikator på hva som påvirker klimagassutslippet innenfor moduler, men også på det totale prosjektet. Resultatet blir derfor et uttrykk for klimagassfotavtrykket og klimaeffektiviteten til prosjektet. Kombineres disse resultatene med kostnadsberegninger og kalkyler kan man estimere hvilken kostnadseffekt ulike klimatiltak har [19].

### 2.2.4 Excel

Excel er en programvare utarbeidet av Microsoft. Programmet fungerer som et digitalt regneark bestående av kolonner og rader. Ved hjelp av Excel kan man enkelt legge inn store mengder data. Dataen som legges inn kan hentes ut i ulike grafer og diagrammer for en enkel og oversiktlig framstilling [12].

### 2.2.5 VegLCA

VegLCA er et beregningsverktøy i Excel for klima og andre miljøpåvirkninger vedrørende veg- og jernbaneinfrastruktur. Verktøyet er utarbeidet av Asplan Viak for Statens Vegvesen og utviklingen startet allerede i 2013 [38]. Det er et krav for veiprojekter som overskrider en kostnadsramme på 51 millioner kroner om å benytte dette verktøyet. VegLCA kan benyttes for å planlegge og gjennomføre tiltak for reduksjon av klimagassutslipp basert på detaljert innsikt i prosesser, materialer og aktiviteter.



---

## 2.3 Miljø og bærekraft

Norge sto for 36 177 000 tonn CO<sub>2</sub>-utslipp i 2020 [15]. I en analyse vedrørende klimafotavtrykket i bygg og anleggsbransjen utarbeidet av Asplan Viak ble det fastsatt at bygg - og anleggsbransjen står for 17 300 000 tonn av Norges utslipp [15]. Dette inkluderer da energibruk i bygg.

Sett på et livsløpsperspektiv kommer det største utslippet i byggebransjen fra indirekte kilder. Produksjon av materialet, transport av råvarer, avfall og byggematerialer er gode eksempler på det [14].

### 2.3.1 Nye retningslinjer

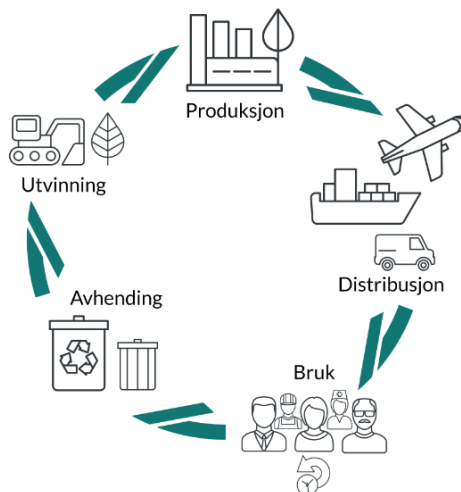
1. Januar 2024 kom det nye regler for offentlige anskaffelser i bygge og anleggsbransjen. De nye reglene sier at klima- og miljøhensyn skal vektlegges med minst 30 prosent, men det åpnes for lavere dersom gitte vilkår er oppfylt [2]. En slik endring i regelverket øker fokus på miljø og bærekraft i byggeprosjekter.

### 2.3.2 LCA

En LCA er en analyse som benyttes for å vurdere miljø- og ressurspåvirkninger for et produkt/produksystem. I en LCA blir det sett på hele livsløpet til produktet, fra vugge til grav. Dette innebærer råvareutvikling, produksjon, transport, bruksfase og avhending eller forhåpentligvis gjenbruk. I en LCA blir det altså ikke bare sett på selve materialet i et produkt, men også produksjonen, transporten og vedlikeholdet av det ferdige produktet [16].

En livsløpsvurdering kan benyttes allerede i konseptutviklingen, der det skal gjøres rede for miljøpåvirkningen ved konseptvalg. Livsløpsvurderingen fungerer også som et verktøy for å finne de beste miljøvennlige alternativene underveis i prosjektet.

Gjennom LCAen får man informasjon på hvilke miljøpåvirkninger som er de viktigste fra produktet, og hvor i livsløpet til produktet disse oppstår. Resultatene fra en LCA kan uttrykkes gjennom en miljødeklarasjon (EPD).



Figur 2: Delene i en LCA [16]

### 2.3.3 EPD

LCA benyttes som grunnlaget for utvikling av EPDer. En EPD er et kort dokument som beskriver miljøpåvirkningene til en komponent, et produkt eller en tjeneste.

EPDer er standardiserte og framstilles på en objektiv måte. En slik sammensetning gjør det mulig å sammenlikne EPDer fra produkt til produkt uavhengig av regioner og land. Hensikten med EPDer er at kunden skal kunne foreta seg valg med hensyn på miljøpåvirkningen materialet har.

Innholdet i en EPD må opprettholde krav og retningslinjer gitt i ISO 14020 (Miljømerker og deklarasjoner - Generelle prinsipper). I ISO 14021 sies det at kun miljøpåstander som kan støttes av dokumenterte fakta som er up-to-date kan benyttes [7].

I EPDer er produktet delt inn i ulike faser for hvor de er i livsløpet. En oversikt over inndelingen er vist i figur 3.

**Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklarerert, MNR=modul ikke relevant)**

Product stage				Construction installation stage	User stage								End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftninger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruks/ miljøvennlig resirkulering- potensiale	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	

Figur 3: Systemgrense for produkt i EPD A

### 2.3.4 GWP og CO2-ekvivalenter

GWP (global warming potential) er en måleenhet på oppvarmingseffekten fra de forskjellige drivhusgassene vi har i atmosfæren [33]. Med GWP blir drivhusgassenes samlede oppvarmingseffekt sammenlignet over tid. Her er det vanligvis 100 år det er snakk om [23].

CO2-ekvivalenter er en standardisert mengde for beregning av klimagassutslippet i atmosfæren. Det er flere ulike gasser som fører til klimaendringer slik som CO2, metan, lystgass osv. Disse gassene har forskjellig påvirkning, men for å kunne sammenligne disse blir de omregnet til CO2-verdier. En slik sammenligning gjør det enkelt å regne ut det samlede utslippet for en konstruksjon.

---

## 2.4 Konstruksjonsmaterialer

Et byggeprosjekt er komplekst, og består av flere forskjellige materialer som blir satt sammen for å få et ferdig produkt. Antall forskjellige typer materiale og mengdene av disse varierer fra prosjekt til prosjekt.

### 2.4.1 Betong

Betong blir sett på som et av de viktigste byggematerialene vi har den dag i dag. Betong brukes som prefabrikerte elementer og plasstøpte konstruksjoner. De prefabrikerte elementene benyttes som søyler, bjelker, vegg- og dekkeelementer i konstruksjoner. Den plasstøpte betongen blir brukt i dammer, bruer, kaier, petroleumsplattformer og bygninger[31].

Betongen i seg selv har dårlig strekkstyrke. Det er her armeringen kommer inn for å ta opp strekkkreftene. Trykkfastheten er en av de viktigste egenskapene til betong. Trykkfastheten i betongen bestemmes ut ifra vannsementforholdet,  $v/c$ , i betongblandingen. Vannsementforholdet er antall liter vann per kilo sement i blandingen. Under herdeperioden bindes en vannmengde på 40 prosent av sementvekten i betongen. Et  $v/c$ -forhold på mindre en 0,4 vil derfor ikke være aktuelt. Desto lavere  $v/c$  forhold den ferske betongen har, desto større fasthet vil den ha når den er ferdig herdet. Til tross for dette er det ikke dermed sagt at man kan ha så lavt  $v/c$  forhold som mulig. Havner man under en viss grense vil betongen bli så tørr og stiv at den ikke vil flyte ut i forskalingen.

### 2.4.2 Plasstøpt betong

Plasstøpt betong er den tradisjonelle måten å bruke betong. Her blir betongen støpt direkte på stedet ved hjelp av forskalinger [17]. Forskalingen settes opp i den formen man ønsker betongen skal ha. I tillegg settes ønsket/prosjekttert mengde armering inn i forskalingen. Deretter fylles det betong ned i forskalingen. Forskalingen holder da betongen på plass til den størkner.

### 2.4.3 Betongkvalitet

En betongkonstruksjon blir utsatt for forskjellige miljøpåvirkninger. Betongen blir derfor klassifisert inn i ulike eksponeringsklasser ut ifra de påvirkningene den antas å få iløpet av levetiden. Dette avgjøres ut ifra hvor stor påkjenning armering og betong vil ha fra det miljøet den blir plassert i. Påkjenninger fra miljøet kan føre til: - Korrosjon på armering som følge av karbonatisering og/eller klorider - Fryse-/tineangrep - Kjemiske angrep

Det er tjue eksponeringsklasser som er delt inn i åtte grupper. En betongkonstruksjon er gjerne utsatt for flere forskjellige miljøpåvirkninger. Dette gjør at den vil være involvert i flere eksponeringsklasser.

Eksponeringsklassene er en indikator på hvilken bestandighetsklasse, armeringsoverdekning, risvidder og herdetiltak som er nødvendig for konstruksjonen. Her er det den prosjekterende som avgjør hvilken eksponeringsklasse konstruksjonen er innenfor [26].

### 2.4.4 Lavkarbonbetong

Lavkarbonbetong benyttes for å redusere CO<sub>2</sub>-avtrykket fra betong. Lavkarbonbetong deles inn i fem klasser, fra Lavkarbon Ekstrem til Bransjereferanse, hvor klasse Lavkarbon Ekstrem er den høyeste [8].

Den lokale tilgangen til sement avgjør hvilken lavkarbonbetong de ulike produsentene kan levere. Alle betongprodusenter klarer å levere bransjereferanse, men det skal mye til for å klare å oppnå klasse A. For å oppnå klasse Lavkarbon Ekstrem er det nødvendig med tilgang til de beste miljøsementene i markedet, eller andre tiltak.

Slike tiltak kan være å benytte seg av flygeaske, slagg og/eller silikastøv som erstatning for sementen. Å benytte seg av tilslag som krever lite vann samt full steinstørrelse i betongen vil redusere nødvendig sementmengde. Dette medfører da at CO<sub>2</sub>-utslippet også holdes nede.

Ulempen med lavkarbonbetong er at den vil kunne få en sen fasthetsutvikling. Fasthetsutviklingen blir verre desto høyere opp i lavkarbonklassene man kommer. Med hjelp av herdeakselerator kan dette kompenseres. I tillegg vil lavkarbonbetong ha mindre risiko for rissdannelse og sprekker på grunn av lav varmeutvikling.

Verdiene i tabellen er beregnet med hensyn til fase A1 til A3, og ser bort fra fase A4.

Fasthetsklasse <sup>1)</sup> og lavkarbonklasse	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
<b>Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO<sub>2</sub>-ekv. pr m<sup>3</sup> betong]</b>							
<b>Bransjereferanse</b>	<b>240</b>	<b>260</b>	<b>280</b>	<b>330</b>	<b>360</b>	<b>370</b>	<b>380</b>
<b>Lavkarbon B</b>	<b>190</b>	<b>210</b>	<b>230</b>	<b>280</b>	<b>290</b>	<b>300</b>	<b>310</b>
<b>Lavkarbon A</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>200</b>	<b>210</b>	<b>220</b>	<b>230</b>	<b>240</b>
<b>Lavkarbon Pluss <sup>2)</sup></b>			<b>150</b>	<b>160</b>	<b>170</b>	<b>180</b>	<b>190</b>
<b>Lavkarbon Ekstrem <sup>2)</sup></b>			<b>110</b>	<b>120</b>	<b>130</b>	<b>140</b>	<b>150</b>

Figur 4: Lavkarbonklasser og maks tillatt antall kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for betong [8]

#### 2.4.5 Forskaling

Forskaling er en midlertidig konstruksjon satt opp som en form som skal fylles med plasstøpt betong. Hovedoppgaven til forskalingen er å forme den ferske betongen og holde den på plass til den har herdet. Det er viktig at forskalingen har nødvendig styrke, stivhet og tetthet [21].

Det er et skille i forskalingstype ut ifra om det er en vertikal eller horisontal støp som skal gjennomføres. Horisontal forskaling skal holde opp vekten på armering og betong til den størkner. Vertikale forskaling skal holde sidetrykket som kommer fra betongen i støypefasen og fram til den størkner [10].

#### 2.4.6 MSS forskalingsvogn

MSS (movable scaffolding systems) er på norsk det som kalles for fremskyvningsvogn. Denne vognen har en ståldrager som skyves ut over søylene. Drageren fordeler vekt fra betong og armering ned på søylene til bruen. Etter støpen fram til første søyle er ferdig, skyves vognen framover til neste søyle. Dette gjøres ved hjelp av hydrauliske jekker [11].

#### 2.4.7 FFB forskalingsvogn

En annen type forskalingsvogn er det som kalles for en FFB-vogn (fritt frembygg vogn). FFB-vognen er en forskyvningsvogn benyttet for bruer med fritt frambygg som byggemåte. Vognen benyttes for å bygge seg ut fra søylene. Bruk av denne vognen er begrenset til fem meter av gangen. Begrensningen på fem meter er der for å opprettholde en viss mengde likevekt slik at brua ikke kollapser. Likevekten oppnås ved å bygge seg likt ut til begge sider. FFB-vognen skyves utover etterhvert som betongen herder og spennkablene er oppspent [39].

---

### 2.4.8 Armering

Armering benyttes i betong for å tilføre betongen strekkstyrke og duktilitet. Armeringsstål har egenskaper som oppfører seg tilnærmet perfekt i samhandling med betong. Armeringsstål har stor stivhet som er en viktig faktor for samhandling med betong. I tillegg har armeringen en høy duktilitet og stor strekkstyrke [21].

Betongen i seg selv tåler svært lite strekkrefter. Armering tilføres derfor i betongen for å oppta strekkreftene.

Armeringsstål leveres i ulike former, alt ifra rette stenger til tilpasset bøyde jern for ulik benytting i konstruksjonen. Den vanligste armeringstypen som blir benyttet idag er **kamstål** men det finnes flere [30].

**Kamstål** Den vanligste formen for armering i dag er bruken av kamstål. Dette er stålstenger med små tagger av stål stikkende ut. Kamstålet forbedrer heftfastheten til betongen [32].

**Spennarmering** Spennarmering er armering i betongen som benyttes for å forbedre betongens strekkfasthet. Bruken av spennarmering i betong gjør det mulig å ha lengre spenn på betongen. Brukonstruksjoner har lange spenn og da benyttes et prinsipp som kalles etterspent forspenning”. Det vil si at spennarmeringen monteres inn i armeringen før støp. Da betongen er støpt og har nådd en viss fasthet, spennes spennarmeringen opp ved hjelp av jekker [21].

### 2.4.9 Peler og forankring

Borrede stålrørspeler og bergforankring benyttes for å stabilisere grunnen hvor fundamenter er plassert. Bergforankringen benyttes for å holde konstruksjonen på plass. For brukonstruksjoner er dette nødvendig da det forekommer store lastpåkjenninger fra trafikk i bruksfasen [37].

## 2.5 Brubygging

Ei bru er en konstruksjon laget for å krysse en hindring. Hindringer er ofte elver, sund, daler eller veikryss. I Norge blir alle veikonstruksjoner med et spenn over 2,5 meter sett på som bru. Ei bru skal være tilpasset terreng og naturforhold i det området den skal bygges, i tillegg ha egnet utforming og dimensjonering for den funksjonen som er tiltenkt. Bruer deles inn etter hovedmaterialet som er benyttet, og på utformingen de har [39].

### 2.5.1 Fritt frambygg

Fritt frambygg er en byggemåte benyttet mye i spennarmerte betongbruer. I dag er fritt frambygg brukt som byggemåte på over 100 broer i Norge [39]. Denne byggemåten starter med oppføring av søylene. Deretter bygges det balansert ut ifra toppen på disse, med trinn på inntill fem meter. FFB-vognen bærer trinnene i arbeidet, og skyves videre utover da betongen er herdet og spennkablene er oppspent. Arbeidet for ett trinn er beregnet til en uke.

---

## 3 Materialer og metoder

### 3.1 Prosjektgrunnlag

Nerlandsøybrua strekker seg fra Igesund på Bergsøya til Kvalsund på Nerlandsøya i Herøy kommune. Brua som står der i dag er en ettfeltbru med slank konstruksjon. Brua strekker seg 405m med største felt på 40m. Nerlandsøybrua er preget av mye korrosjon i armering, og er i dårlig stand. Dette er hovedsaklig et resultat av lite sementmengder og liten overdekning.

I 2021 ble det bestemt at Nerlandsøybrua skal skiftes ut med en ny og større bru, som skal inneholde tofeltsvei og egen gang- og sykkelbane. Prosjektet ble lyst ut i 2022 som fritt- frembygd betongbru i lavkarbonklasse B. Den nye brua skal være 574m lang med ei bredde på 11,5m bestående av totalt åtte spenn. Bruen blir satt opp ved hjelp av en forskalingsvogn som kjøres ut fra landkarene. På de to midtre søylene vil det være fritt frambygg. De midtre søylene er derfor overdimensjonert grunnet ekstra påkjenninger i byggefasen.

#### 3.1.1 Byggemåte

Nerlandsøybrua bygges ved hjelp av fritt-frambygg metoden nevnt i kapittel 2.5.1. Dette gjennomføres ved hjelp av MSS vognen nevnt i kapittel 2.4.6 og FFB-vognen nevnt i kapittel 2.4.7. På figur 5 vises et bilde av MSS vognen hvor forskalingsarbeidet er igang for den første støypen av brudekket.

Bildet viser tydelig hvordan vognen er festet til søylen for å holde seg oppe. Da denne delen av brudekket er støpt ferdig og er tilstrekkelig herdet skyves vognen videre ut til neste akse. Vognen blir gjenbrukt videre ut til akse 3, før den demonteres og settes opp igjen på den andre siden av bruen. For de midtre aksene (4 og 5) bygges det jevnt ut på begge sidene av søylehodene ved hjelp av FFB-vognen. Disse bygges videre ut til de kobles sammen med hverandre og det resterende brudekket.

En slik måte å bygge bru på bidrar til lite utslipp i byggefasen. Vognene skyves ut ved hjelp av hydrauliske jekker, og materialet benyttet blir gjenbrukt i hele konstruksjonen. I tillegg så benyttes vognene videre i nye prosjekter, dette gir tilnærmet ingen utslipp i byggefasen.



Figur 5: MSS - forskalingsvogn

---

## 3.2 Miljøvennlige tiltak

Oppgavens hovedfokus er å utføre en analyse av karbonavtrykk for sammensetning av ulike typer materialer for å kunne oppnå den beste bærekraftige løsningen. I oppgaven er det naturlig å sammenligne forskjellige typer betong, og eventuelt annet konstruksjonsmaterial som kunne ha vært benyttet. Nerlandsøybrua er en konstruksjon bestående i all hovedsak av betong og armering.

Betongen som blir benyttet på Nerlandsøybrua består i all hovedsak av betongtypen B45 MF40 lavkarbonklasse B. Det forekommer også bruk av små mengder B35 og B55. I samtaler med veileder i fylkeskommunen blir det bestemt å implementere disse mengdene som en del av B45 MF40 i videre beregninger. I oppgaven er det derfor ønsket å sammenligne påvirkningen av å gå opp til lavkarbonklasse A, samt det å skulle gå ned til vanlig betongstandard med hensyn på B45 MF40. Det er ikke ønskelig å se på lavkarbonklasser som er høyere enn lavkarbonklasse A.

Det å gå ned i lavkarbonklasse antas å ville gi et betydelig dårligere resultat. Ønsket med dette er å kunne gi et bedre perspektiv på hvor stor innvirkning lavkarbonklassene vil ha.

## 3.3 Metoder

### 3.3.1 Valg av programvarer

For å gjennomføre oppgaven blir det benyttet ulike programmer hvor funksjonen til programmene er oppgitt i teoridelen av oppgaven. Her er en liste over hvilke programmer som er benyttet, samt en kort forklaring på hva de er brukt til.

- **Solibri:** Sammensetning av arbeidstegninger gitt fra fylkeskommunen. Uthenting av type materiale.
- **Timber Connect:** Innblikk i den fulle modellen av bruen gitt fra fylkeskommunen.
- **Excel:** Uthenting av prosjekterte mengder fra VegLCA utarbeidet av Rambøll. Beregninger og graftegning av resultater.
- **One Click:** Sammensetning av de prosjekterte mengdene kombinert med EPDer for å beregne karbonutslipp.

Det blir valgt å benytte OneClick, og ikke VegLCA for beregninger til oppgaven. I samtaler med leder i metrostav, som er en av hovedentreprenørene i prosjektet ble det nevnt at VegLCA benytter svært generelle verdier i beregningene sine. Beregningene gir derfor et unøyaktig resultat for det totale utslippet. Dette gjaldt særlig for transportetapper hvor generelle verdier som ikke er produktspesifikke blir benyttet. I samtaler med forelesere ved NTNU - Ålesund ble gruppen introdusert for One Click. Etter en rask titt på programmet ble det konkludert med at det var brukervennlig, oversiktlig og interessant å lære mer om. Det ble derfor bestemt å benytte OneClick i våre beregninger.

---

## 3.4 Grunnlag for informasjon brukt i analysen

### 3.4.1 IFC-filer

IFC- filene tildelt fra Møre og Romsdal fylkeskommune utfyller ikke en hel modell av den prosjekterte brua. Disse IFC- filene blir sendt fra Rambøll, som har hovedansvaret for prosjektering av bru og vei som inngår i prosjektet. Filene som er tilgjengelige inkluderer akser 1 til 9 med armering og fundament, armering og form til søylene opp fra akse 1 til 9 og ferdig veidekke mellom akse 1 til 3, med ufullstendig armering mellom akse 3 og 4.

De resterende IFC - filene er foreløpig ikke ferdigstilte og fylkeskommunen har selv ikke fått tilgang til de enda. Det er derfor ikke mulig å benytte en ferdig modell til mengdeuthenting for prosjektet.

### 3.4.2 Solibri

IFC- filene fra fylkeskommunen er satt sammen til en samlingsmodell ved hjelp av Solibri Office. Samlingsmodellen er ikke en komplett modell, siden prosjekterende ikke er ferdig med de resterende IFC- filene. Videre bruk av samlingsmodellen i Solibri vil bli brukt til illustrasjoner og informasjonssamling.

Fra samlingsmodellen i Solibri Office hentes det ut informasjon om dimensjoner med materiell som ikke er spesifisert i andre vedlegg. Her er det særlig pelene det hentes informasjon på. Disse er i vedlegg fra fylkeskommunen oppgitt til antall meter, men det kommer ikke fram hvilken dimensjon de består av. I og med at alle fundamentene og aksene er oppe, kan man fint finne all informasjon for peler i Solibri. Dimensjonene benyttes i omberegning fra meter til kg, før dette benyttes i videre beregninger angående karbonutslipp og miljøvurderinger.

### 3.4.3 EPD

Informasjonen fra EPD benyttes til å finne direkte informasjon om produktene som er brukt i prosjektet. Denne informasjonen brukes videre i One Click LCA for å sette opp en samlet livsløpsanalyse for Nerlandsøybrua. EPD gir tilgang på produksjonssteder, transportmetoder og miljøgassutslipp, altså fra A1 til A4. Det vil si utslipp fra råvarer, transport, internt lagerhold, forbehandling og videre transport til byggeplass. Mange EPDer inkluderer også slutfase og resirkulering i beregningen, men dette gjelder ikke alle. Dette kommer tydelig fram i EPD for betong vist i vedlegg A, hvor kun fase A1 - A4 er inkludert.

EPDer fra fylkeskommunen som er brukt i videre beregninger innebærer betongmasser, armeringsstål, peler og spennarmering. Informasjon av andre typer stål fra Norsk Stål AS og andre typer betong fra Ulstein Betong AS er også tilgjengelig. Som nevnt tidligere er det valgt å kun se på betong av klasse B45 MF40.

Alle EPDer brukt i beregningen for videre LCA analyser er i henhold til gitt lovverk. EPDer benyttet til beregninger i oppgaven er:

- **NEPD-2479-1226-NO:** All støpt betong i konstruksjonen.
- **NEPD-4433-3701-NO** Kamstål benyttet i konstruksjonen.
- **NEPD-4849-4075-EN:** Spennarmering benyttet i konstruksjonen.
- **S-P-08782** Peler benyttet i konstruksjonen.

I forhold til de tidligere prosjekterte mengdene er det ikke bestemt hvilken leverandør som skal benyttes, og det er derfor ikke mulig å hente ut konkrete EPD'er for disse materialene. Det er derfor valgt å benytte standardiserte EPD'er som ligger inne i One Click for disse beregningene.



---

### 3.5 Mengder brukt i beregning

Det er hentet mengder fra to kilder for anslått benyttede konstruksjonsmaterialer:

- Mengder fra prosjekterende Rambøll, hentet fra en konfidensiell VegLCA modell [3], vist i tabell 2.
- Oppdaterte mengder vist i tabell 1 tildelt fra fylkeskommunen gitt i konfidensielt vedlegg [24]. Dette anses som den nyeste informasjonen for mengder anslått benyttet i ferdig prosjekt.

I prosjekteringsfasen av den nye Nerlandsøybrua har Rambøll utarbeidet en VegLCA for antatt miljøpåvirkning av hele prosjektet. Fra denne blir det hentet ut mengder for konstruksjonselementene av bruene. Disse mengdene skal benyttes til et sammenligningsgrunnlag for de nåværende mengdene med tilhørende CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette blir vider i rapporten omtalt som **prosjektgrunnlag**.

Fra prosjekteringsfasen har det blitt foretatt noen endringer i mengdene som først ble antatt benyttet. Dette skyldes ofte uforutsette utfordringer og eventuelle andre endringer/forbedringer som blir utbedret etter prosjektgrunnlaget var satt. Det er normalt at slike endringer forekommer, og det er derfor ønskelig å se på endringene dette medfører med hensyn på miljø og bærekraft.

Møre og Romsdal fylkeskommune har gitt tilgang på nye oppdaterte mengder som de opererer med. Dette er de nyeste tallene fra hovedentreprenør, og danner grunnlaget for videre beregninger. De nye mengdene som er anslått benyttet er hentet fra det konfidensielle vedlegget og framstilt forenklet i tabell 1. Disse blir videre omtalt som **nye mengder**.

I og med at prosjektet ikke er ferdigstilt i skrivende stund vil det ikke være mulig å hente ut faktiske benyttede mengder. Mengdene benyttet i beregning skal uansett være tilnærmet lik det endelige resultatet, dersom det ikke forekommer store endringer i resterende byggefase.

Mengdene benyttet i oppgaven er hentet fra konfidensielle vedlegg og modeller. Det er derfor valgt å framstille de relevante mengdene i tabell 1 og tabell 2 for å unngå eventuelle konfidensialitetsproblemer.

Tabell 1: Nye mengder [24]

Materiale	Mengde
Betong B45 MF40	10 997 m <sup>3</sup>
Kamstål	1 929 200 kg
Spennarmering	52 140 mMN
Borede peler	844 m

Tabell 2: Mengder fra prosjektgrunnlag [3]

Materiale	Mengde	Benevning
Betong B35	5	m <sup>3</sup>
Betong B45	6 241	m <sup>3</sup>
Betong B55	3 225	m <sup>3</sup>
Undervannsbetong B45	1 216	m <sup>3</sup>
Betongelementer	1 130 000	kg
Kamstål	2 025 000	kg
Spennarmering	249 573	kg
Borede peler	348 203	kg

---

### 3.5.1 Betong

Som nevnt tidligere er det valgt å sette all betong benyttet i prosjektet til typen B45 MF40. Denne blir levert av Ulstein Betong AS som er en lokal leverandør. I EPDen levert fra Ulstein er det satt opp 25 km transport som en standard verdi for beregninger. For dette prosjektet er 25km den faktiske avstanden fra produksjonssted til prosjekt.

Vedlegg A, EPD for betong, inneholder kun utslippsberegninger for fase A1 til A4. Fra denne EPDen er det beregnet en samlet GWP-verdi fra fase A1 - A3 på 289.61 kg CO<sub>2</sub> - eq. Fra tabell 1 er det gitt 10 997 m<sup>3</sup> betong B45 MF40.

Tabell 3: Verdier for betong

Produkt	GWP A1 - A3 [kg CO <sub>2</sub> -eq / m <sup>3</sup> ]	Mengde [m <sup>3</sup> ]	Transport [km]
Betong B45 MF40	289.61	10 997	25

### 3.5.2 Kamstål

Kamstål av typen B500NC til bruk i betong er produsert av Norsk Stål AS. Stålet er produsert på østlandet i Norge og består av kun resirkulert materiale. Dette forebygger utslipp i produksjonsfasen. Transport for dette materialet er satt fra produksjonsfabrikken på Hvalstad til prosjektet, som tilsvarer ca. 601 km i kjøredistanse. Kamstålet er levert med lastebil over 36 tonn med kapasitetsutnyttelse 53,3 prosent inkludert retur.

Fra vedlegg B er GWP av kamstål satt til å være 0,0251 kg CO<sub>2</sub> per kg stål. Tabell 1 som viser nyere mengder for prosjektet gir 1 929 200 kg kamstål.

Tabell 4: Verdier for kamstål

Produkt	GWP A1 - A3 [kg CO <sub>2</sub> -eq / kg]	Mengde [kg]	Transport [km]
Armering, kamstål	0.0251	1 929 200	601

### 3.5.3 Pelers

Borede pelers i grove dimensjoner som er brukt i fundamentene i prosjektet er produsert av Erciyas Steel Pipe i Tyrkia. Frakt av både råvarer og varer til byggeplass er tatt i betraktning i EPD av pelene, gitt i vedlegg D. Total GWP fra A1 - A3 er 978 kg CO<sub>2</sub> per tonn pelers. Siden det kun er oppgitt løpemeter med pelers i tabell 1, må dette regnes om til vekt for å videre beregne miljøgassutslippet til pelene.

Dimensjonene på pelene er hentet fra Solibri og satt til 1220 mm i diameter med 14,2 mm tykke vegger. For å finne vekt per meter må man først finne volumet per meter pele. Når vi har nødvendige dimensjoner av pelene og standard verdi for massetetthet av stålet, finner vi vekt per meter. Videre er det gitt i tabell 1 at det er benyttet 844 m med pelers i prosjektet.

$$D = 1220 \text{ mm} = 1.220 \text{ m} \quad (1)$$

$$t = 14.2 \text{ mm} = 0.0142 \text{ m} \quad (2)$$

$$V_1 = \pi \left( \frac{1.220 \text{ m}}{2} \right)^2 \cdot 1 \text{ m} = 1.169 \text{ m}^3 \quad (3)$$

$$V_2 = \pi \left( \frac{1.1916 \text{ m}}{2} \right)^2 \cdot 1 \text{ m} = 1.115 \text{ m}^3 \quad (4)$$

$$V_1 - V_2 = 0.0538 \text{ m}^3 \quad (5)$$

$$\text{kg\_peler/m} = 0.0538 \text{ m}^3 \cdot 7850 \text{ kg/m}^3 = 422.33 \text{ kg} \quad (6)$$

$$\text{kg\_peler} = 422.33 \text{ kg} \cdot 844 \text{ m} = \mathbf{356\ 447\ kg} \quad (7)$$

Tabell 5: Verdier for borede peler

Produkt	GWP A1 - A3 [tonn CO2-eq / tonn]	Mengde [kg]	Transport [km]
Peler, grove dim.	978	356 447	X

### 3.5.4 Spennarmering

Spennarmeringen som er brukt i prosjektet er produsert av Ferrometall AS. Spennarmering er satt sammen av flere ståltråder som er tvunnet sammen til en vaier. Stålet er produsert i Kina, og fraktet videre til Moss i Norge med skip. Fra vedlegg C, EPD spennarmering, er det gitt total GWP-verdi for A1 - A3 på 2,1 kg CO2-eq per kg spennarmering.

Nye mengder fra fylkeskommunen gitt i tabell 1 viser at det er prosjektert for 52 140 meter Mega-Newton (mMN) spennarmering. For å regne miljøgassutslipp for dette produktet må mengde mMN regnes om til vekt i kg. Det antas standard stål som materiale i spennarmeringen for beregning av masse per meter. Spennarmeringen som er brukt i prosjektet er av dimensjonen 19ø0,62". 0,62 tommer i diameter per tråd tilsvarer et tverrsnitt per tråd på 150mm<sup>2</sup> [36].

- **Densitet stål:** 7850 kg/m<sup>3</sup>
- **Areal av tverrsnitt per tråd:** 150 mm<sup>2</sup>
- **Total tverrsnitt for 19 tråder:** 19 · 150 mm<sup>2</sup> = 2850 mm<sup>2</sup>

Masse per meter spennarmering er videre gitt ved Tverrsnittareal i m<sup>2</sup> × densitet av stål:

$$\left( \frac{2850}{10^6} \right) \cdot 7850 \text{ kg} = 22,37 \text{ kg/m} \quad (8)$$

Fra det konfidensielle vedlegg med nye mengder [24] er det hentet lengdene på spennkanalene hvor spennarmeringen skal plasseres. Kanalene er beregnet til å være 11 532 m, og det antas derfor at lengden på spennarmeringen vil være tilsvarende. Total kg spennarmering er gitt ved:

$$22,37 \text{ kg/m} \cdot 11532 \text{ m} = \mathbf{257\ 971\ kg} \quad (9)$$

Tabell 6: Verdier for spennarmering

Produkt	GWP A1 - A3 [kg CO2-eq / kg]	Mengde [kg]	Transport [km]
Spennarmering	2,1	257 971	591

### 3.6 Formler og beregninger EPD

EPD gir nok informasjon til å beregne miljøpåvirkninger av et gitt materiale på egenhånd. One Click LCA blir benyttet som hovedverktøy for gjennomføring av oppgaven, men det er ønskelig å foreta kontrollberegninger for hånd for å kvalitetssikre resultatene. Dette gjøres ved å regne ut miljøgassutslipp basert på EPD for hver komponent i konstruksjonen av brua. Fra EPD er det oppgitt CO<sub>2</sub>-eq for gitt materiale i tabell, hvor det er GWP-paramteret det blir sett på. Ved hjelp av formel (10) finner vi totalutslipp for GWP av et materiale.

#### 3.6.1 Eksempel total GWP-beregning for betong

Når man skal finne en totalverdi for utslippet til betongen brukt i den nye Nerlandsøybrua, brukes NEPD-2479-1226-NO for B45 MF40 gitt i vedlegg A.

Figur 6 viser verdier for miljøpåvirkninger for ulike parametre for videre beregninger av miljøutslipp av produktet. I denne tabellen blir det kun sett på GWP, og videre finner man total GWP-verdi. I EPD er et oppgitt deklarerert enhet, som i dette tilfellet er 1 m<sup>3</sup> betong.

Miljøpåvirkning (Environmental impact)					
Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4
GWP	kg CO <sub>2</sub> -eq	2,77E+02	1,12E+01	1,41E+00	5,08E+00
ODP	kg CFC11 -eq	2,94E-06	1,83E-06	1,85E-07	9,60E-07
POCP	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq	3,95E-02	1,81E-03	3,08E-04	9,00E-04
AP	kg SO <sub>2</sub> -eq	7,01E-01	6,06E-02	8,37E-03	1,79E-02
EP	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eq	7,66E-02	1,19E-02	1,85E-03	3,72E-03
ADPM	kg Sb -eq	1,45E-04	8,98E-06	1,24E-05	1,12E-05
ADPE	MJ	1,41E+03	1,41E+02	1,69E+01	7,75E+01

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

"Leseeksempel 9,0 E-03 = 9,0\*10<sup>-3</sup> = 0,009"

\*INA Indicator Not Assessed

Figur 6: Miljøpåvirkning (environmental impact)

GWP per m<sup>3</sup> for A1 - A3 er gitt ved:

$$2.77 \cdot 10^2 + 1.12 \cdot 10^1 + 1.41 \cdot 10^0 \text{ kg CO}_2\text{-eq} = 289.61 \text{ kg CO}_2\text{-eq} \quad (10)$$

Videre skal total mengde GWP for betongen beregnes ved å multiplisere GWP-verdien med mengde:

$$289.61 \text{ kg CO}_2\text{-eq} \cdot 10997 \text{ m}^3 = \frac{3184841 \text{ kg CO}_2\text{-eq}}{1000} = \mathbf{3185} \text{ tonn CO}_2\text{-eq} \quad (11)$$

Det er dermed 3 185 Tonn CO<sub>2</sub>-eq fra A1 til og med A3 fra betongen som er brukt i prosjektet.

---

## 3.7 Fremgangsmåte One Click LCA, nye mengder

LCA-verktøyet One Click LCA tilbyr en gratis studentlisens kun for bygninger. Det er tidligere sett på muligheten for å sette dette prosjektet opp som en type bygning, men konkluderte fort med at dette ikke lar seg gjøre, og resultatene som ble hentet ut var ikke til å stole på. Derfor er det benyttet en 14 dagers gratis prøveperiode på infrastrukturenlisensen til One Click LCA. Da gruppen er bestående av to studenter fikk man benyttet to lisenser. Dette innebærer at alt arbeid utført i One Click LCA er utført over en 28 dagers periode.

### 3.7.1 Masser og masseforflytninger

Første steg i One Click LCA er å legge inn masser hentet til prosjektet, fra A1 til A4. Dette punktet er påkrevd for at programmet skal regne ut endelige miljøgassutslipp. Problemstillingen for oppgaven innebærer ikke anleggsfasen eller masser og masseforflytninger. Denne delen av analysen blir derfor neglisjert, og massene i programmet settes lik 0.

### 3.7.2 Fundamentering

Geotekniske komponenter og fundament omhandler pelesystemet og fundamentene til alle aksene i brua. Betongmassen som er benyttet i aksefundamentene legges ikke til her, men blir senere lagt inn i konstruksjonsmaterialet. Den nye Nerlandsøybrua er prosjektert med borede stålpeleer i grove dimensjoner med forankring til berg. Pelene brukt i prosjektet er produsert av Erciyas Steel Pipe i Tyrkia. EPD gitt fra fylkeskommunen på pelene ligger ikke inne i One Click LCA. I programmet benyttes det derfor en generell EPD for peleer. Mengder for borede peleer i grove dimensjoner er hentet fra tabell 1, beregnet til 356 447 Kg, vist i tabell 5.

### 3.7.3 Konstruksjonsmaterialer

Konstruksjon og tekniske strukturer i brua innebærer massen av materiale brukt i den bærende konstruksjonen. Her er det valgt å inkludere plasstøpt betong, kamstål og spennarmering.

I programmet One Click LCA legges det inn en spesifikk EPD for B45 MF40 betong levert av Ulstein Betong AS. Mengden for dette materialet er 10 997 m<sup>3</sup>, vist i tabell 1. I programmet legges det også inn transport, hvor det settes 25 Km distanse med betongbil på ca. 50 prosent utnyttelsesgrad. Informasjon for distanser er hentet i kart, og fraktemetoder er hentet fra gjeldende EPD. Ca. 50 prosent utnyttelsesgrad skyldes at betongbilene er tomme på retur til blandeverk.

Norsk Stål AS produserer og leverer kamstål til prosjektet. Etter informasjon fra fylkeskommunen er det brukt kamstål, og vi benytter oss av EPD for kamstenger B500NC fra Norsk Stål AS. Mengden med armeringsstål er oppgitt til 1 929 tonn som vist i tabell 1. Hele mengden armering settes som kamstål. I EPD er det gitt at stålet fraktes med lastebil over 32 tonn med 53,3 prosent kapasitetsutnyttelse. Når denne informasjonen legges inn i One Click LCA må det rundes av til truck med 50 prosent kapasitetsutnyttelse opp til 40 tonn. Distansen oppgitt i EPD er satt til en gjennomsnittslengde på 64 Km. Den reelle distansen settes til 601 Km, da stålet blir fraktet fra fabrikk i Hvalstad.

Spennarmering brukt i prosjektet er levert av Ferrometall AS. Spennarmeringen blir produsert i Tianjin i Kina, og fraktet videre til Norge. Distansen som blir satt i One Click LCA er distansen fra fabrikk i Drammen til Nerlandsøybrua, som er ca. 591 Km. Distansen fra Kina til Norge er implementert i fase A2, og legges derfor ikke inn manuelt. Fra tabell 1 er mengde spennarmering satt til 52 140 mMN. Omregnet tilsvarer dette 257 971 kg, vist i kapittel 3.5.4.

Asfalt og andre overflatelag brukt på vei og bru neglisjeres da det er utenfor oppgavens begrensninger.

---

## 3.8 Fremgangsmåte One Click LCA, prosjektgrunnlag

Fra Rambøll AS sin prosjekterte VegLCA modell er det et større utvalg av betongmaterialer som er tiltenkt brukt i brua. Det lages et design for disse mengdene som et sammenligningsgrunnlag for å sette et perspektiv på forskjellene i karbonutslipp mellom prosjektgrunnlaget og de nye mengdene.

### 3.8.1 Masser og masseforflytninger

Masser og masseforflytninger neglisjeres på samme måte som tidligere design, og settes til 0. Dette er fordi masseberegninger og miljøutslipp grunnet gravearbeider ikke er relevant for problemstillingen.

### 3.8.2 Fundamentering

Borede peler fra fundament og geotekniske komponenter kopieres fra VegLCA, gitt i tabell 2, og en generell EPD benyttes. Dette gjøres for å få generell verdi for transport og EPD-informasjon. På dette punktet skal mengden med borede peler være 348 203 kg stålrør i grove dimensjoner.

### 3.8.3 Konstruksjonsmateriale

Spennarmering er hentet fra VegLCA på samme måte og settes til 249 573kg. Kamstål hentet fra VegLCA settes til 2 025 tonn. Det benyttes en generell EPD og transport. Dette gjøres da det ikke er en direkte EPD å hente når leverandør av materialet ikke er bestemt.

Betongkonstruksjonen basert på mengdene i prosjektgrunnlaget fra Rambøll AS inneholder flere ulike typer betong. B45 MF40 står for en mindre andel av byggverket, og tilsvarer 6 241 m<sup>3</sup>. For denne typen betong er det benyttet samme EPD og transport fra Ulstein Betong AS. Det er valgt å benytte samme betongleverandør da det er naturlig å anta at dette ville være tilfellet.

Andre mengder betong benyttet er 3 225 m<sup>3</sup> B55, hvor det benyttes en generell norsk EPD for B55 Lavkarbonklasse B. For dette designet er det også lagt inn undervannsbetong, betongelementer og en liten andel B35 betong. Generelle norske EPDer for disse produktene er benyttet for å få tilnærmet riktigt resultat. Alle mengder brukt i dette scenariet er vist i tabell 2.

## 3.9 Sammenligninger

Videre blir det sammenlignet ulike typer betong som kunne blitt benyttet i brua, med hensyn på miljø- og lavkarbonklasser. Merk at disse sammenligningene kun er opp mot de nyeste mengdene gitt fra byggherre. Sammenligningen blir ikke gjennomført med hensyn på prosjektgrunnlaget fra Rambøll sin VegLCA.

### 3.9.1 Karbonklasse A

For å se på lavkarbonklasse A lages det et nytt design i One Click, hvor det legges inn identisk informasjon på alt untatt betongklassen. Denne byttes ut med lavkarbonklasse A. Ulstein Betong AS har ikke en egen EPD for lavkarbonklasse A inne på One Click LCA. Det benyttes derfor en generell EPD "Concrete (Norwegian low-carbon), B45 M40/MF40, lavkarbonklasse A (2019 NB37)". Dette er et generisk materiale som One Click LCA har for Norge, ment for å brukes når det ikke er tatt en beslutning for hva som skal kjøpes inn.

---

### 3.9.2 Bransjereferanse

Sammenligninger mellom brukt betong fra Ulstein Betong AS og betong i bransjereferanse utføres på samme måte som i tidligere sammenligning. Også bransjereferanse er et generisk materiale på samme måte som karbonklasse A, som One Click LCA har for Norge. Alt annet i dette designet er likt som for lavkarbonklasse A og B.

### 3.10 Sammenligningsgrunnlag

Først blir de nye mengdene fra fylkeskommunen sammenlignet opp i mot mengdene i prosjektgrunnlaget til Rambøll. Her er det interessant å kunne se på differansen i utslipp for å kunne vurdere om prosjektet går i henhold til hva som først ble antatt.

Videre blir bruk av ulike lavkarbonklasser sammenlignet opp mot dagens utslipp basert på de oppdaterte mengdene fylkeskommunen opererer med. Denne sammenligningen gir innsikt i hvor stor påvirkning endring i lavkarbonklasser har. Basert på dette kan det vurderes om fylkeskommunen skulle ha benyttet seg av en annen lavkarbonklasse til bruk i prosjektet.

---

## 4 Resultater

Da denne oppgaven fokuserer på miljøpåvirkningen fra konstruksjonsmaterialene til den nye Nerlandsøybrua, samt en sammenligning på effekten på bruk av eventuelle andre materialer er det derfor disse resultatene som er viktige. Resultatene er hentet ut ved hjelp av One Click LCA som grunnlag, og videreført gjennom Excel.

Resultatene som er fremstilt gjelder for produktutvikling (A1 - A3), som vist i figur 3. Det blir også sett på miljøpåvirkning i montering, bruks- og avslutningsfasen (A4 - C4). A4 til C4 er tilnærmet like, og vil derfor ikke være relevant i sammenligningsgrunnlaget.

### 4.1 Mengder

Nye mengder hentet fra konfidensielt vedlegg gitt fra Møre og Romsdal fylkeskommune er vist i tabell 7.

Tabell 7: Nye mengder [24]

Materiale	Mengde	Benevning
Betong B45	10 997	m <sup>3</sup>
Kamstål	1 929 200	kg
Spennarmering	257 971	kg
Borede peler	356 477	kg

Tabell 8 viser mengdene hentet fra prosjektgrunnlaget som var antatt før byggestart. Hovedforskjellene mellom disse mengdene er oppdeling i forskjellige materialer. Tabell 8 viser at prosjekterte mengder inneholder flere forskjellige betongtyper og litt andre verdier.

Tabell 8: Mengder fra prosjektgrunnlaget

Materiale	Mengde	Benevning
Betong B35	5	m <sup>3</sup>
Betong B45	6 241	m <sup>3</sup>
Betong B55	3 225	m <sup>3</sup>
Undervannsbetong B45	1 216	m <sup>3</sup>
Betongelementer	1 130 000	kg
Kamstål	2 025 000	kg
Spennarmering	249 573	kg
Borede peler	348 203	kg

Det er også en liten differanse i mengden med betong. Dersom man antar en vekt på 2400 kg/m<sup>3</sup>, regnes betongelementene om til å være ca. 471 m<sup>3</sup> betong. Total mengde betong i prosjektgrunnlaget blir da 11 158 m<sup>3</sup>. Det vil si at betongmengden i konstruksjonen er redusert med 160 m<sup>3</sup>.



## 4.2 Nåværende løsning

Ut ifra den løsningen som er brukt på den nye Nerlandsøybrua blir utslippet for hvert materiale gitt i tabell 9, ut fra egne beregnede verdier fra gjeldende EPD brukt i prosjektet. Egne beregnede resultater er ment som en retningslinje for å sammenligne en verdi for anslått avvik i EPDer som er brukt for beregninger i One Click.

Tabell 9: Kontrollberegning

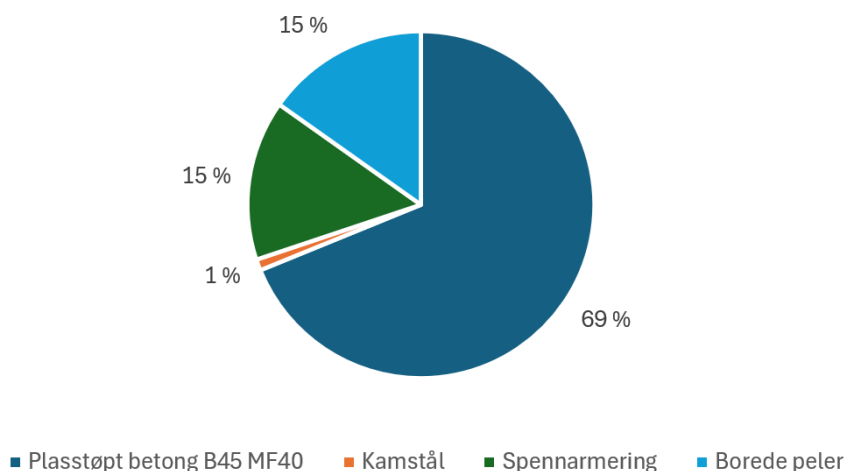
Materiale	GWP	Mengde	Total tonn CO2-eq, A1 - A3
Betong B45	289.61	10 997 m <sup>3</sup>	3 185
Armering, kamstål	0.0251	1 929 200 kg	48
Spennarmering	2.1	257 971 kg	542
Borede peler, grove dim.	978	356 447 kg	349
		<b>Totalt:</b>	4 124

I One Click LCA blir standardiserte EPDer benyttet for peler og spennarmering. Nytt resultat beregnet gjennom One Click LCA er vist i tabell 10. Merk at figur 7 kun tar hensyn til resultater gitt i tabell 10. Resultater gitt i tabell 9 er kun ment som kontrollberegning for avvik på EPDer brukt i One Click LCA. Videre beregninger er basert på resultatene hentet i One Click LCA. Dette gjøres da det ikke er mulighet for å legge inn korrekte EPDer i programmet når man kun har en 14-dagers lisens i infrastruktur. Merk at det derfor er et avvik på 503 tonn i totale CO2-eq. Det er valgt å uansett benytte One Click i videre beregninger da avvikene ikke vil påvirke sammenligningsgrunnlaget med hensyn på lavkarbonklassene.

Tabell 10: Utslipp Lavkarbonklasse B

Materiale	Mengde	Total tonn CO2-eq, A1 - A3
Betong B45	10 997 m <sup>3</sup>	3 185
Armering, kamstål	1 929 200 kg	48
Spennarmering	257 971 kg	691
Borede peler, grove dim.	356 447 kg	703
	<b>Totalt:</b>	4 627

Andel CO2-eq per materiale [%]  
Lavkarbonklasse B



Figur 7: Andel CO2-utslipp for de ulike materialene, lavkarbonklasse B

### 4.2.1 Resultater for resterende faser, lavkarbonklasse B

Tabell 11 viser miljøgassutslipp av alle faser som er inkludert i LCA-analysen av prosjektet. Verdiene oppgitt gjelder for Lavkarbonklasse B, beregnet med verdier hentet fra One Click LCA. Det kommer tydelig fram i tabell 11 at det største utslippsbidraget kommer fram i fase A1 til A3.

Tabell 11: Lavkarbonklasse B, Tonn CO<sub>2</sub>-eq for alle fasene i LCA

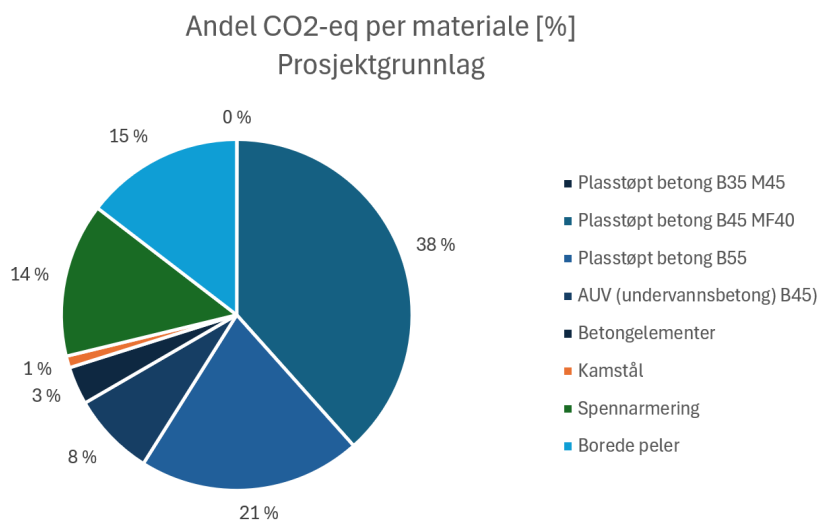
Fase	Kategori	Total tonn CO <sub>2</sub> -eq
A1 - A3	Produktfase	4 627
A4	Transport til byggeplass	214
A5	Konstruksjonsfase	196
C1 - C4	Sluttfase	175
	<b>Totalt:</b>	5 212

### 4.3 Mengder i prosjektgrunnlag

Hensikten med å se på prosjektgrunnlaget er for å sette materialvalgene i perspektiv, og for å analysere hvordan valgene som blir tatt underveis kan påvirke utslipp. For dette scenariet er mengder betong delt opp i flere styrkeklasser og det er brukt betong i elementer. Karbonavtrykket er gitt i tonn CO<sub>2</sub> kun fra A1 - A3 i en typisk LCA-analyse. Merk at plasstøpt betong B35 M45 vises som 0 prosent i figur 8.

Tabell 12: Tonn CO<sub>2</sub>-eq i prosjektgrunnlag

Materiale	Mengde	Total tonn CO <sub>2</sub> -eq, A1 - A3
Betong B35	5 m <sup>3</sup>	1,4
Betong B45	6 241 m <sup>3</sup>	1 807
Betong B55	3 225 m <sup>3</sup>	968
Undervannsbetong B45	1 216 m <sup>3</sup>	363
Betongelementer	1 130 000 kg	165
Kamstål	2 025 000 kg	51
Spennarmering	249 573 kg	669
Borede peler	348 203 kg	687
	<b>Totalt:</b>	4 711



Figur 8: Tonn CO<sub>2</sub>-utslipp for prosjektgrunnlag

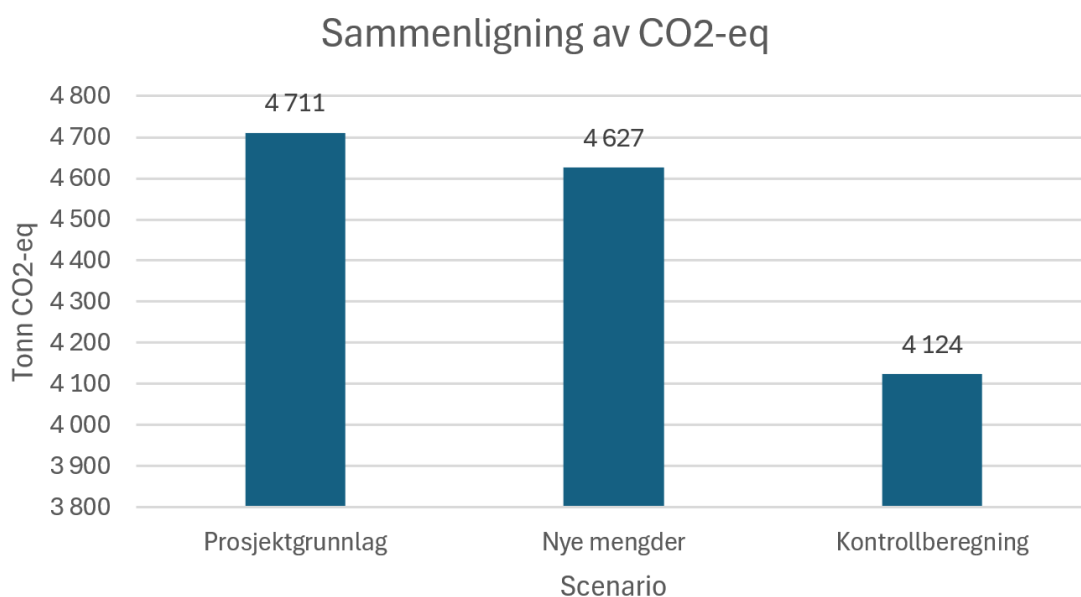
---

#### 4.4 Sammenlignet CO2-utslipp

Figur 9 viser en sammenligning av utslippet basert på tidligere prosjekterte mengder opp mot de nåværende mengdene gitt fra byggherre. Etter benyttet mengder fra byggherre viser grafen både egne beregnede resultater fra EPDer og beregnet utslipp fra One Click LCA modellen.

Dataen i figur 9 viser at de tidligere prosjekterte mengdene har et høyere utslipp enn hva de oppdaterte mengdene gir. Mengdene hentet fra VegLCA gir et totalt utslipp på 4 711 tonn CO<sub>2</sub>-eq. For de oppdaterte mengdene blir det et utslipp på 4 581 tonn CO<sub>2</sub>-eq. Dette er en reduksjon i utslippet på 130 tonn CO<sub>2</sub>-eq.

Sammenligner man dette med kontrollberegningene blir utslippet enda lavere. Da verdiene for peler og spennarmering er beregnet til å være mindre enn hva One Click LCA gir ut vil trolig dette også gjelde for de prosjekterte mengdene. Det er desverre ikke mulig å regne ut dette da vi ikke har faktiske EPDer for det materialet som er tiltenkt benyttet i de prosjekterte mengdene.



Figur 9: Tonn CO<sub>2</sub>-utslipp for forskjellige senarioer

Endringen mellom prosjektgrunnlaget og nye mengder tilsvarer en reduksjon på 1,8 prosent. Dette er en liten endring og kan anses som tilnærmet likt.

---

## 4.5 Alternative løsninger

Scenarier basert på endring i lavkarbonklasser vil ha et utslag på karbonavtrykket av prosjektet. Det er benyttet lavkarbonklasse B i den nye Nerlandsøybrua. Hensikten med å se på alternative løsninger er å undersøke muligheten for å redusere karbonavtrykket. Dette gjøres ved å se på effekten bruk av lavkarbonklasse A gir. Det blir også sett på muligheten for å bruke betong i bransjereferanse.

### 4.5.1 Lavkarbonklasse A

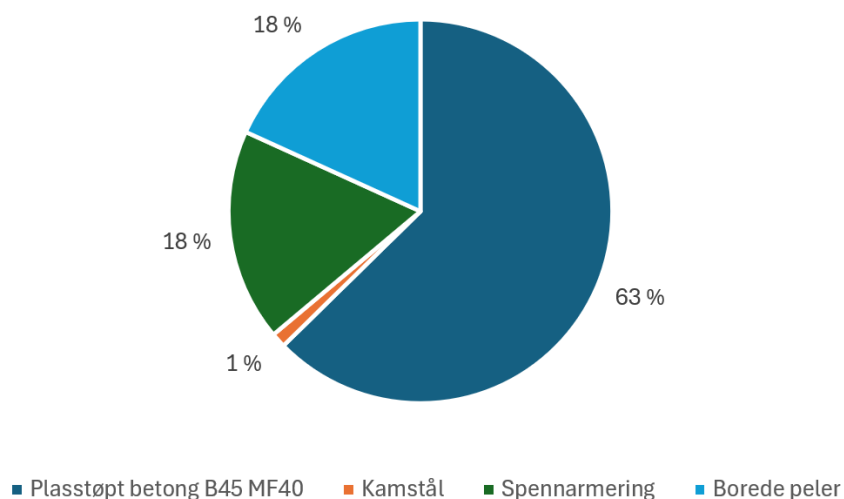
Tabell 13 viser resultater basert på en standardisert EPD for betong i lavkarbonklasse A, med GWP-verdi på 220 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>. Mengdene for armering og peler er satt til samme verdi som i beregning for lavkarbonklasse B.

Tabell 13: Utslipp Lavkarbonklasse A

Materiale	Mengde	Total tonn CO <sub>2</sub> -eq, A1 - A3
Betong B45	10 997 m <sup>3</sup>	2 419
Armering, kamstål	1 929 200 kg	48
Spennarmering	257 971 kg	691
Borede peler, grove dim.	356 447 kg	703
<b>Totalt:</b>		<b>3 861</b>

Dersom man går opp til lavkarbonklasse A blir det totale utslippet lavere. Utslippsdelen fra betongen blir redusert med 766 tonn CO<sub>2</sub>-eq, som tilsvarer 6 prosent. Dette medfører at de resterende materialene står for en større andel av utslippet, selv om karbonavtrykket for disse materialene er nøyaktig det samme som i tidligere scenario.

Andel CO<sub>2</sub>-eq per materiale [%]  
Lavkarbonklasse A



Figur 10: Andel CO<sub>2</sub>-utslipp for lavkarbonklasse A

---

## 4.5.2 Bransjereferanse

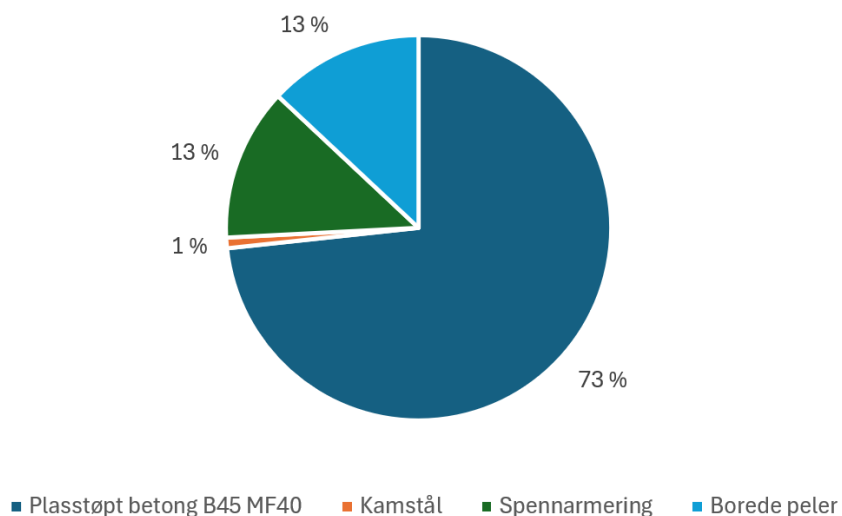
Betong klassifisert som bransjereferanse er satt til en generell norsk verdi for karbonutslipp. Tabell 14 er beregnet med hensyn til bransjereferansebetong med GWP-verdi satt til 360 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>. Resultater er hentet fra One Click LCA på samme grunnlag som i beregninger for lavkarbonklasse A.

Tabell 14: Utslipp bransjestandard

Materiale	Mengde	Total tonn CO <sub>2</sub> -eq, A1 - A3
Betong B45	10 997 m <sup>3</sup>	3 959
Armering, kamstål	1 929 200 kg	48
Spennarmering	257 971 kg	691
Borede peler, grove dim.	356 447 kg	703
<b>Totalt:</b>		<b>5 401</b>

Hadde det vært benyttet betong i bransjereferanse, ville det totale utslippet for konstruksjonen gått opp. Her vil utslippet fra betong øke med 774 tonn CO<sub>2</sub>-eq, som tilsvarer 4 prosent sammenlignet med lavkarbonklasse B. Sammenligner man dette med lavkarbonklasse A gir det en økning på 1 540 tonn CO<sub>2</sub>-eq, som tilsvarer 10 prosent. Følgene av dette gjør at utslippsandelen fra resterende materiale reduseres.

Andel CO<sub>2</sub>-eq per materiale [%]  
Bransjereferanse



Figur 11: CO<sub>2</sub>-utslipp for betong i bransjereferanse

---

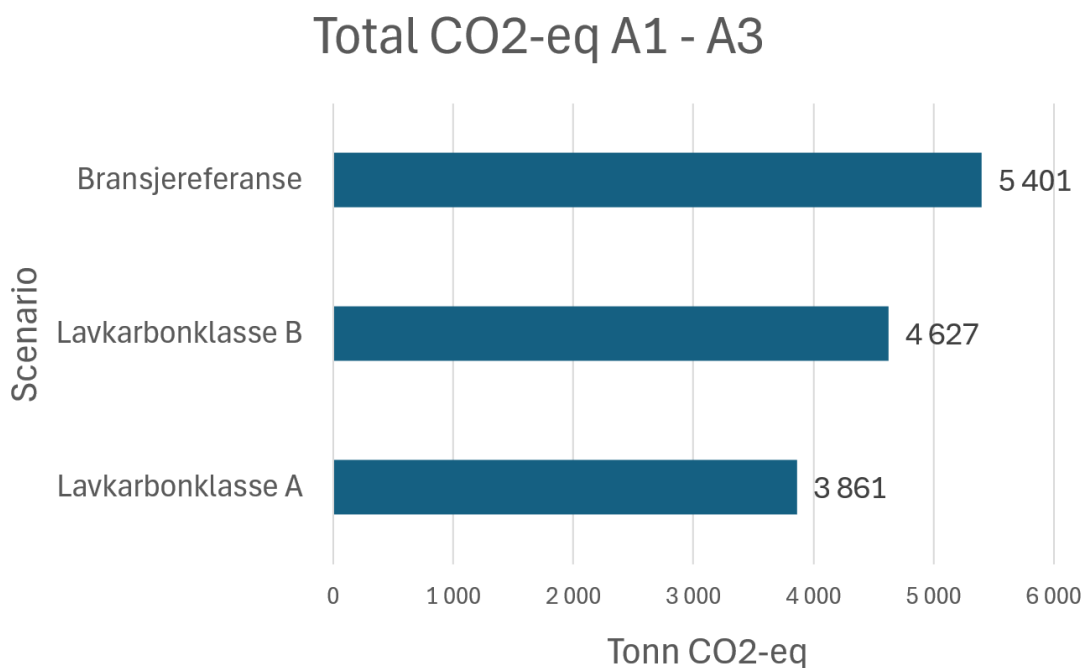
## 4.6 Sammenligning av resultater

Tabell 15 viser totale mengder karbonutslipp for alle ulike scenarier fra A1 - A3, gitt i tonn CO<sub>2</sub>-eq. Fra disse resultatene ser vi at forskjellen i utslipp mellom lavkarbonklasse B og lavkarbonklasse A ligger på 766 tonn CO<sub>2</sub>-eq. Når lavkarbonklasse B sammenlignes mot bransjereferanse øker utslippene med 774 tonn CO<sub>2</sub>-eq.

Tabell 15: Tonn CO<sub>2</sub>-eq, A1 - A3 for lavkarbonklasser

Scenario	Total tonn CO <sub>2</sub> -eq, A1 - A3	Differanse
Lavkarbonklasse B, Benyttet mengde	4 627	100 %
Lavkarbonklasse A	3 861	- 16,6 %
Bransjereferanse	5 401	+ 16,7 %

Figur 12 viser sammenligninger mellom miljøgassutslipp av lavkarbonklassene gitt i tabell 15. Utslippsforskjellen mellom hver av lavkarbonklassene ligger rundt 770 tonn CO<sub>2</sub>-eq.



Figur 12: Tonn CO<sub>2</sub>-eq for betong i lavkarbonklasse A, B og bransjereferanse.

---

## 5 Drøfting

Det er gjennom hele oppgaven antatt at brua er i henhold til gjeldene lovverk. Denne antagelsen er basert på at brua er prosjektert av pålitelig prosjektør, og at den allerede er under oppføring. Brua ble lyst ut før de nye retningslinjene til offentlige anskaffelser kom, men fylkeskommunen har likevel opprettholdt kravet om 30 prosent vektlegging på klima- og miljøhensyn.

### 5.1 Valg av materialer

#### 5.1.1 Design av konstruksjon

Design og utforming av bruene vil trolig ha en stor innvirkning på klimagassutslippet til konstruksjonen. Mengden betong utgjør store deler av det totale utslippet. Det kunne derfor gitt en betydelig endring om betongmengden hadde blitt redusert. Dette kunne vært gjort med foreksempel å redusere brulengden.

Den gamle bruene er 405m, sammenlignet med den nye brua som skal være 574m. Hadde man kunne redusert brulengden til å være tilsvarende som den gamle brua ville betongmengden til prosjektet gått ned, som ville gitt et lavere utslipp.

Utfordringen med å redusere brulengden er skipsleden som går under brua. Denne fører til at brua må over en viss høyde, som igjen fører til at brua må ha tilstrekkelig lengde på hver side for å unngå brå stigning.

Det kunne også vært sett på mulighetene for å benytte mindre betong ved hjelp av andre komponenter. Slik som å bygge brua ved bruk av stålkasser, med overdekning i betong. Da ville stålet trolig utgjort en større andel av utslippet. Det er usikkert i hvilken grad økningen av stålmengde sammenlignet med reduksjon i betongmengde ville påvirket det totale utslippet.

Samtidig som Møre og Romsdal fylkeskommune jobbet med prosjekteringen av Nerlandsøybrua var også et innovasjonsprosjekt inne og så på muligheten for å finne billigere løsninger [9]. Her ble det nevnt at det også ble sett på andre løsninger med hensyn på miljø og bærekraft, men man vet ikke til hvilken grad.

#### 5.1.2 Stål

Når man ser på utslippet fra stål benyttet i oppgaven er det ikke valgt å gjøre noen endringer. Dette fordi at det stålet som benyttes i Norge idag er av den mest miljøvennlige sorten å få på markedet. Alt stål i Norge er basert på gjenbruk som gjør at utslippsfaktoren for materialet er lav. Dette kommer tydelig fram i hvert scenarie i resultatdelen da kamstål kun utgjør 1 prosent av det totale utslippet.

#### 5.1.3 Betong

Mengdene fra prosjektgrunnlaget til Rambøll baserer seg på seks forskjellige betongtyper. I de besøkene vi har hatt på prosjektet og i samtaler med de ansatte i fylkeskommunen har det blitt poengtert at dette ikke er det faktiske tilfellet. Det er derfor sammen med fylkeskommunen bestemt å kun se på beregninger med B45 MF40 levert fra Ulstein Betong AS.

Grunnlaget for å kun se på en betongtype kommer av at det er tilsvarende lik GWP for alle typene betong så lenge de er innenfor samme lavkarbonklasse. Det er også betong B45 MF40 som står for majoriteten av konstruksjonen på Nerlandsøya. I tillegg til å stå for majoriteten, ligger den også i midten av styrkeklassene som er benyttet og det blir derfor naturlig å benytte B45 MF40 i beregningene.

---

Betongen står for en stor andel av utslippet til konstruksjonselementene i bruene. Effekten av å endre lavkarbonklasse gir derfor et stort utslag på det totale utslippet. Det er allerede benyttet betong av lavkarbonklasse B på bruene. For området bruene blir oppført på er det begrenset med leverandører som leverer lavkarbonklasse A.

Skal man komme opp på lavkarbonklasse A blir fraksjonen for transport høyere da betongen må transporteres over lengre avstander. Lengre avstander og bedre tilslag vil også medføre en økning i pris. Det er ikke foretatt prisforespørsler for å kunne se nærmere på dette. Det antas at prisen vil være av betydelig forskjell da det er såpass store mengder det er snakk om.

AUV-betong (B45) har en GWP-verdi på rundt 298 kg CO<sub>2</sub>-eq per m<sup>3</sup>, gitt fra en generell EPD fra One Click LCA. Sammenlignet med lavkarbonklasse B som er brukt i prosjektet, som har en verdi på 289,6 kg CO<sub>2</sub>-eq, er disse verdiene ganske like. Forskjellen vil ikke utgjøre en stor forskjell i miljøgassutslipp. Når man vurderer å gå opp i høyere lavkarbonklasser er det viktig å merke seg at forskjellen i GWP-verdier vil endre seg mye mellom disse produktene. Dette fører til en potensiell reduksjon i mengde betong som regnes som lavkarbonklasse A under videre beregninger for miljøgassutslipp.

#### 5.1.4 Pelers

Borede pelers som er brukt i prosjektet er en stor del av avvikene vi har fått i resultatet. Siden det kun har vært benyttet en 14-dagers prøveperiode i One Click for beregninger av LCA-analysene og miljøgassutslippet, har det ikke vært mulighet for å legge inn korrekt EPD for produktet. Det har derfor blitt brukt en tilnærmet lik EPD som tilsvarer en økning på totalt 345 tonn CO<sub>2</sub>-eq.

Flere problemer med pelene i denne analysen innebærer mengdeberegningen av produktet. One Click LCA godtar kun pelers i benevnningen av kg, og ikke løpemeter. Det er derfor omregnet fra løpemeter til vekt med en antakelse om at stålet har standard massetetthet på 7850 kg/m<sup>3</sup>, samme som vanlig stål. Pelene er produsert i Tyrkia, som fører til at det er store avstander i transport til prosjektet. Stål er også ansvarlig for mye av miljøgassutslippene blant materialer i bygg- og anleggsbransjen. For dette prosjektet tilsvarer 844 m pelers cirka 349 tonn CO<sub>2</sub>-eq, regnet ut ved bruk av riktig EPD gitt i vedlegg D.

#### 5.1.5 Spennarmering

Spennarmering, samme som pelene, er også en del av avvikene vi har i resultatene mellom kontrollberegningen og One Click LCA beregningen. Dette er fordi EPDen som ligger inne i One Click LCA er utdatert. Vi har en ny og oppdatert EPD av spennarmeringen for kontrollberegningen. Avviket mellom One Click og kontrollberegningene ligger på 139 tonn CO<sub>2</sub>-eq.

Den største utfordringen med spennarmeringen er omregningen fra mMN til vekt for å videre regne ut miljøgassutslippene fra produktet. Det kommer også ekstra utslipp fra stålet da det er produsert i Kina med lite bruk av resirkulert stål og lange distanser for transport til Norge.

## 5.2 Utstyr

Byggemåten med fritt frembygg av betongbru gir lite utslipp i byggefasen. Utstyret på byggeplassen er elektriske maskiner, som f.eks. tårnkran. Annet mindre utstyr som blir benyttet er også elektrisk ved hjelp av ledning eller oppladbare batterier.

Det er også benyttet forskalingsvogner til støp av bruene. Disse vognene er i stål, og er gjenbrukt fra tidligere prosjekter. De vil også kunne bli benyttet senere i nye prosjekter. Den lange levetiden til forskalingsvognene gir lite utslipp i byggefasen for dette konkrete prosjektet.



---

### 5.3 Sammenligninger

For sammenligningen er det valgt å se på beregningene i One Click LCA. Kontrollberegningene som er gjort i henhold til EPDene vist i vedleggene gir dog et lavere utslipp. Det er valgt å bruke beregningene i One Click da det er enklere å ta hensyn til flere faktorer. I tillegg så har man ikke EPDer for materialet til de prosjekterte mengdene. Det blir derfor brukt standardiserte EPDer her også, som da gir et bedre sammenligningsgrunnlag.

### 5.4 Forenklinger

I oppgaven ble det bestemt å kun se på konstruksjonsmaterialene til brua. Denne forenklingen gjøres etter som at det er disse elementene som er relevante for oss basert på studieretningen vi har valgt. Men også fordi det var disse elementene det var interessant å finne ut mer om for fylkeskommunen.

Som nevnt tidligere ble det sammen med fylkeskommunen bestemt å kun se på bruken av betong B45 MF40. Basert på informasjon gitt fra fylkeskommunen er det denne typen betong som i all hovedsak danner brukonstruksjonen. Et annet grunnlag er GWP-verdien, denne er svært lik mellom de forskjellige styrkeklassene av betong så lenge de er innenfor samme lavkarbonklasse.

Fullstendig LCA-analyse er gitt i resultater for nåværende løsning av prosjektet. Denne innebærer A1 - A5 og C1 - C4. For resultater av andre scenarier har vi kun inkludert fasene A1 - A3, siden resterende faser av en LCA-analyse vil være tilsvarende, og derfor ikke relevant for et sammenligningsgrunnlag. For alle sammenligningene mellom scenariene er det kun sett på fasene A1 - A3.

### 5.5 utfordringer

Nerlandsøybrua er under oppføring, og det er derfor ikke mulig å hente ut faktisk benyttede mengder. Dette skyldes at det fortsatt kan forekomme endringer i prosjektet. Dette ser vi et eksempel på når mengdene i prosjektgrunnlaget sammenlignes opp mot nye mengder. Faktisk benyttede mengder blir ikke tilgjengelige før prosjektet er ferdig. Det ble derfor valgt å sammenligne mengdene fra prosjektgrunnlaget til Rambøll opp imot de nye mengdene som fylkeskommunen opererer med.

En annen utfordring vedrørende mengdene er at disse kontinuerlig oppdateres, og vi fikk derfor nye mengder å forholde oss til under gjennomføring av rapporten. Tilgangen på de nye mengdene [24] som er benyttet i beregningene kom derfor sent i gjennomføringen av oppgaven.

I One Click LCA ligger det en database med EPDer. Denne databasen inneholder ikke alle EPDene som blir benyttet i prosjektet. Man kan heller ikke legge inn de EPDene som mangler selv. Disse må meldes inn til One Click slik at de får lagt de inn manuelt. Da vi har jobbet med 14 dagers lisens har det dessverre ikke vært tid til å melde inn til One Click for å få dette gjort. Det er derfor blitt benyttet standardiserte EPDer for de materialene som ikke har riktig EPD.

Ved kontrollberegninger som er gjennomført er det tydelig at de standardiserte EPDene som er benyttet i One Click gir et høyere utslipp enn hva man får med de korrekte EPDene fra fylkeskommunen. For videre beregninger ble det bestemt at man ønsker å benytte One Click LCA til tross for at dette gir et høyere resultat.

### 5.6 Vurdering av resultater

Sammenlignes mengdene i prosjektgrunnlagt opp imot de nye mengdene fra fylkeskommunen, vises det at prosjektet foreløpig går i henhold til det som først ble antatt med hensyn på miljø og bærekraft. Det at prosjektet ikke er ferdigstilt gjør at man ikke kan konkludere med at dette vil

---

gjelde for den ferdigstilte konstruksjonen. Det er fortsatt rom for store endringer, som vil kunne gi betydelige endringer i resultatet.

## 5.7 Videre arbeid

Beregningene våre fokuserer kun på de store konstruksjonselementene, som gjør at de små komponentene blir neglisjert. Disse vil også trolig gi et betydelig bidrag i det endelige resultatet av konstruksjonen. Det ville derfor videre vært interessant og ta med disse i nye beregninger, samt det å også ta med asfalt for å kunne vurdere større deler av prosjektet.

---

## 6 Konklusjon

Totalt utslipp for hovedkomponentene i den nye Nerlandsøybrua er beregnet til å være 5 212 tonn CO<sub>2</sub>-eq. Dette er basert på beregninger fra One Click LCA med riktige mengder og EPDer. Ser man kun på konstruksjonselementene på Nerlandsøybrua gir de et samlet utslipp på 4 627 tonn CO<sub>2</sub>-eq i fase A1 til A3, basert på beregninger i One Click. Foretar man en kontrollberegning av dette, med riktige EPD er blir utslippet i denne fasen redusert til 4 124 tonn CO<sub>2</sub>-eq.

Legges de resterende fasene i en LCA til i beregningene økes utslippet til 5 212 tonn CO<sub>2</sub>-eq. One Click legger inn en økning på 585 tonn CO<sub>2</sub>-eq for de resterende fasene. Hadde det vært valgt å benytte lavkarbonklasse A ville det totale utslippet av bruene blitt redusert med 766 tonn CO<sub>2</sub>-eq. Dette er en betydelig reduksjon da utslippet per innbygger i Norge (2022) var 7,509 tonn CO<sub>2</sub>-eq. Reduksjonen tilsvarer derfor det årlige utslippet til 102 nordmenn.

Fokuset på å legge seg på lavkarbonklasse B vil ha gunstige påvirkninger på miljøet, samtidig som man beholder de beste egenskapene til betongen. Betongen som er brukt i bruene må være bestandig mot sjø og klorider, noe som kan være utfordrende i lavkarbonklasse A og høyere lavkarbonklasser. Fylkeskommunen har derfor valgt å ikke gå for høyere lavkarbonklasser, grunnet potensielle problemer dette kan ha for konstruksjonen.

Sammenligner man utslippet for prosjektgrunnlaget opp imot våre beregninger, basert på de nye mengdene tildelt fra fylkeskommunen, kan det konkluderes med at prosjektet går i henhold til det som ble antatt i prosjektgrunnlaget.

---

## Bibliografi

- [1] anskaffelser.no. *Konkurransereglar — Anskaffelser.no*. nn. URL: <https://anskaffelser.no/nn/anskaffelsesprosess/anskaffelsesprosessen-steg-steg/avklare-behov-og-forberede-konkurransen/konkurransgrunnlag/konkurransereglar> (sjekket 17. apr. 2024).
- [2] anskaffelser.no. *Ny veileder til regler om klima- og miljøhensyn i offentlige anskaffelser — Anskaffelser.no*. nb. URL: <https://anskaffelser.no/nyhetsarkiv/ny-veileder-til-regler-om-klima-og-miljohensyn-i-offentlige-anskaffelser> (sjekket 17. apr. 2024).
- [3] Rambøll AS. *VegLCA - konfidensielt vedlegg*. (Sjekket 29. jan. 2024).
- [4] Norsk Betongforening. *Om NB*. URL: <https://betong.net/om-nb/> (sjekket 3. mai 2024).
- [5] dibk. § 1-1. *Formål*. no. URL: <https://www.dibk.no/regelverk/sak/1/1/1-1> (sjekket 17. apr. 2024).
- [6] dibk. *Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning*. no. URL: <https://www.dibk.no/regelverk/sak> (sjekket 17. apr. 2024).
- [7] epd-norge. *Hva er en EPD?* no. Apr. 2015. URL: <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/> (sjekket 17. apr. 2024).
- [8] Tom I Fredvik. *Lavkarbonbetong*. Jun. 2020. URL: [https://betong.net/wp-content/uploads/Fordrag-Tom-i-Fredvik-Norcem-Pub.nr\\_-37.pdf](https://betong.net/wp-content/uploads/Fordrag-Tom-i-Fredvik-Norcem-Pub.nr_-37.pdf) (sjekket 16. mai 2024).
- [9] Arnt Olav Herjehagen. *Fv.5878 Nerlandsøybrua - Møre og Romsdal fylkeskommune*. nn. URL: <https://mrfylke.no/tenester/veg-og-kollektiv/fylkesveg/vegprosjekt/oversikt-over-alle-fylkesvegprosjekt/fv-5878-nerlandsoybrua.10369.aspx> (sjekket 17. apr. 2024).
- [10] Reidar Hugsted. *forskaling*. no. Aug. 2023. URL: <https://snl.no/forskaling> (sjekket 17. apr. 2024).
- [11] Av Henning Ivarson. *Hæhre/PNC har startet stor støpeoperasjon over Vorma*. Mar. 2021. URL: <https://www.tungt.no/article/view/781144/haehrepnc-har-startet-stor-stopeoperasjon-over-vorma> (sjekket 1. mai 2024).
- [12] Shaun Jooste. *What Is Excel and How it Works*. en-US. Okt. 2021. URL: <https://en.softonic.com/articles/what-is-excel-and-how-it-works> (sjekket 17. apr. 2024).
- [13] Eivind Junker. *Byggteknisk forskrift (TEK)*. no. Sep. 2023. URL: [https://snl.no/Byggteknisk-forskrift\\_\(TEK\)](https://snl.no/Byggteknisk-forskrift_(TEK)) (sjekket 8. mai 2024).
- [14] Helene Othilie Drevland Klyve. «Kunnskapsgrunnlag om barrierer og potensial for utslippskutt i bygge- og anleggsvirksomhet». no. I: ().
- [15] Marte Kubban Larsen. «Klimafotavtrykk bygg og anlegg». no. I: (). URL: <https://www.dibk.no/verktoy-og-veivisere/rapporter-og-publikasjoner/klimafotavtrykk-bygg-og-anlegg/240216%20AsplanViak%20Klimafotavtrykk%20bygg%20og%20anlegg.pdf> (sjekket 3. mai 2024).
- [16] lca.no. *Hva er LCA? - LCA.no*. nb-NO. Okt. 2022. URL: <https://lca.no/hva-er-lca/> (sjekket 17. apr. 2024).
- [17] Store norske leksikon. *plasstøpt betong*. no. Aug. 2023. URL: [https://snl.no/plasst%C3%B8pt\\_betong](https://snl.no/plasst%C3%B8pt_betong) (sjekket 3. mai 2024).
- [18] Lovdata. *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) - Lovdata*. URL: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71> (sjekket 17. apr. 2024).
- [19] Shaun Masson. *Norge - NS 3720 Klimagassverktøyet One Click LCA*. en-US. Okt. 2022. URL: <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360014964920-Norge-NS-3720-Klimagassverkt%C3%B8yet-One-Click-LCA> (sjekket 17. apr. 2024).
- [20] metrostav-norge.no. *Fv. 5878 Nye Nerlandsøybrua*. nb-NO. URL: <https://metrostav-norge.no/reference/fv-5878-nye-nerlandsoybrua/> (sjekket 17. apr. 2024).
- [21] Magne Maage. *Betong*. Bergen: Fagbokforlaget, 2015.
- [22] Standard Norge. *Norsk Standard*. URL: <https://standard.no/standardisering/leveranser/norsk-standard/> (sjekket 17. apr. 2024).
- [23] Kåre Olerud og Bård Lahn. *CO2-ekvivalenter*. no. Jan. 2023. URL: <https://snl.no/CO2-ekvivalenter> (sjekket 17. apr. 2024).

- 
- [24] Møre og Romsdal fylkeskommune. *Oppdaterte mengder - konfidensielt vedlegg*. (Sjekk 5. mai 2024).
- [25] FN-sambandet. *CO2-utslipp*. URL: <https://fn.no/Statistikk/co2-utslipp> (sjekk 3. mai 2024).
- [26] Sintef. *520.026 Viktige parametere for prosjektering og utførelse av bestandige betongkonstruksjoner - Byggforskserien*. URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/285/viktige\\_parametere\\_for\\_prosjektering\\_og\\_utfoerelse\\_av\\_bestandige\\_betongkonstruksjoner](https://www.byggforsk.no/dokument/285/viktige_parametere_for_prosjektering_og_utfoerelse_av_bestandige_betongkonstruksjoner) (sjekk 17. apr. 2024).
- [27] Sintef. *572.205 Betong. Typer, egenskaper og bruksområder - Byggforskserien*. URL: [https://www.byggforsk.no/dokument/5157/betong\\_typer\\_egenskaper\\_og\\_bruksomraader#\\_941\\_Norsk\\_Betongforening](https://www.byggforsk.no/dokument/5157/betong_typer_egenskaper_og_bruksomraader#_941_Norsk_Betongforening). (sjekk 18. apr. 2024).
- [28] Fred Solvik, Thor Falkanger og Marianne Reusch. *plan- og bygningsloven*. no. Jan. 2024. URL: [https://snl.no/plan-\\_og\\_bygningsloven](https://snl.no/plan-_og_bygningsloven) (sjekk 17. apr. 2024).
- [29] symetri.no. *Solibri*. nb. URL: <https://www.symetri.no/produkter/solibri/> (sjekk 17. apr. 2024).
- [30] Jan Vincent Thue. *armeringsstål*. no. Aug. 2023. URL: <https://snl.no/armeringsst%C3%A5l> (sjekk 25. apr. 2024).
- [31] Jan Vincent Thue. *betong*. no. Aug. 2023. URL: <https://snl.no/betong> (sjekk 3. mai 2024).
- [32] Jan Vincent Thue. *kamstål*. no. Aug. 2023. URL: <https://snl.no/kamst%C3%A5l> (sjekk 25. apr. 2024).
- [33] Jens Petter Toldnæs. *globale oppvarmingspotensialer*. no. Apr. 2024. URL: [https://snl.no/globale\\_oppvarmingspotensialer](https://snl.no/globale_oppvarmingspotensialer) (sjekk 17. apr. 2024).
- [34] trimble. *Trimble Connect for Browser User Guide - What is Trimble Connect?* no. URL: <https://docs.browser.connect.trimble.com/what-is-trimble-connect> (sjekk 17. apr. 2024).
- [35] unicon. *Lavkarbonbetong - Unicon.no*. URL: <https://www.unicon.no/produkter-tjenester/lavkarbonbetong/> (sjekk 17. apr. 2024).
- [36] Unknown. *Spennarmering i Norge: meterMegaNewton mMN*. Aug. 2013. URL: <https://spennarmering.blogspot.com/2013/08/metermeganewton-mmn.html> (sjekk 8. mai 2024).
- [37] statens vegvesen. *N400 Bruprosjektering*. Jan. 2024. URL: <https://viewers.vegnorm.vegvesen.no/product/859986/nb#id-631b9e2c-75eb-4f56-8c09-f4ffa8f160d> (sjekk 17. apr. 2024).
- [38] Asplan Viak. *Et verktøy for hele landet*. nb-NO. URL: <https://www.asplanviak.no/nyheter/veglca/> (sjekk 13. mai 2024).
- [39] Hans Thomas Øderud og Rasmus S. Nordahl. *bro*. no. Feb. 2024. URL: <https://snl.no/bro> (sjekk 26. apr. 2024).

---

## A EPD-Betong

## ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

in accordance with ISO 14025, ISO 21930 and EN 15804

Eier av deklarasjonen:	Ulstein Betong AS
Programoperatør:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Utgiver:	Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner
Deklarasjonsnummer:	NEPD-2479-1226-NO
Publiseringsnummer:	NEPD-2479-1226-NO
ECO Platform registreringsnummer:	-
Godkjent dato:	28.10.2020
Gyldig til:	28.10.2025

### B45 MF40 D22 Synk 200 SV-standard

Ulstein Betong AS



[www.epd-norge.no](http://www.epd-norge.no)



## Generell informasjon

**Produkt:**

B45 MF40 D22 Synk 200 SV-standard

**Programoperatør:**

Næringslivets stiftelse for Miljødeklarasjoner  
Pb. 5250 Majorstuen, 0303 Oslo  
Phone: +47 23 08 80 00  
e-post: [post@epd-norge.no](mailto:post@epd-norge.no)

**Deklarasjonsnummer:**

NEPD-2479-1226-NO

**ECO Platform registreringsnummer:****Deklarasjonen er basert på PCR:**

EN 15804:2012+A1:2013 tjener som kjerne-PCR  
NPCR 020:2018 Part B for Concrete and concrete elements

**Erklæring om ansvar:**

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon, livsløpsvurdering data og bevis.

**Deklarert enhet:**

1 m3 B45 MF40 D22 Synk 200 SV-standard

**Deklarert enhet med opsjon:**

A1,A2,A3,A4

**Funksjonell enhet:****Verifikasjon:**

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4

Ekstern

Tredjeparts verifikator:

Sign



Seniorforsker Anne Rønning

(Uavhengig verifikator godkjent av EPD Norge)

**Eier av deklarasjonen:**

Ulstein Betong AS  
Kontaktperson: Astrid Velle  
Telefon: 98867585  
e-post: [astrid@ulsteinbetong.no](mailto:astrid@ulsteinbetong.no)

**Produsent:**

Ulstein Betong AS

**Produksjonssted:**

Ulstein Betong AS, 6064 HADDAL

**Kvalitet/Miljøsystem:**

Kvalitets- og miljøsystem er bygget opp iht. NS-EN 206

**Org. no.:**

999339565

**Godkjent dato:**

28.10.2020

**Gyldig til:**

28.10.2025

**Årstall for studien:**

2019

**Sammenlignbarhet:**

EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

**Miljødeklarasjonen er utarbeidet av:**

Deklarasjonen er utviklet ved bruk av eEPD v4.0 fra LCA.no

Godkjenning:

Bedriftsspesifikke data er

Samlet og registrert av:

Astrid Velle

Kontrollert av:

Trygve Sætre

**Godkjent:**

Sign

  
Håkon Hauan  
Daglig leder av EPD-Norge



## Produkt

### Produktbeskrivelse:

Fabrikkblandet betong produsert i henhold til NS-EN 206-1, for anvendelse i fundament, vegger, dekker, søyler og bjelker med mer

### Produktspesifikasjon:

Ferdigbetong produsert etter NS-EN 206-1

Material	%
Cement	17,23
Aggregate	74,41
Water	7,46
Chemicals	0,18
SCM	0,73

### Tekniske data:

Fasthetsklasse B35  
 Bestandighetsklasse M45  
 Egenvekt 2300 - 2500 kg

### Markedsområde:

Hareid, Ulstein, Herøy, Sande, Volda og Ørsta

### Levetid, produkt:

Som for bygninger

### Levetid, bygg:

## LCA: Beregningsregler

### Deklarert enhet:

1 m<sup>3</sup> B45 MF40 D22 Synk 200 SV-standard

### Cut-off kriterier:

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cut-off kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

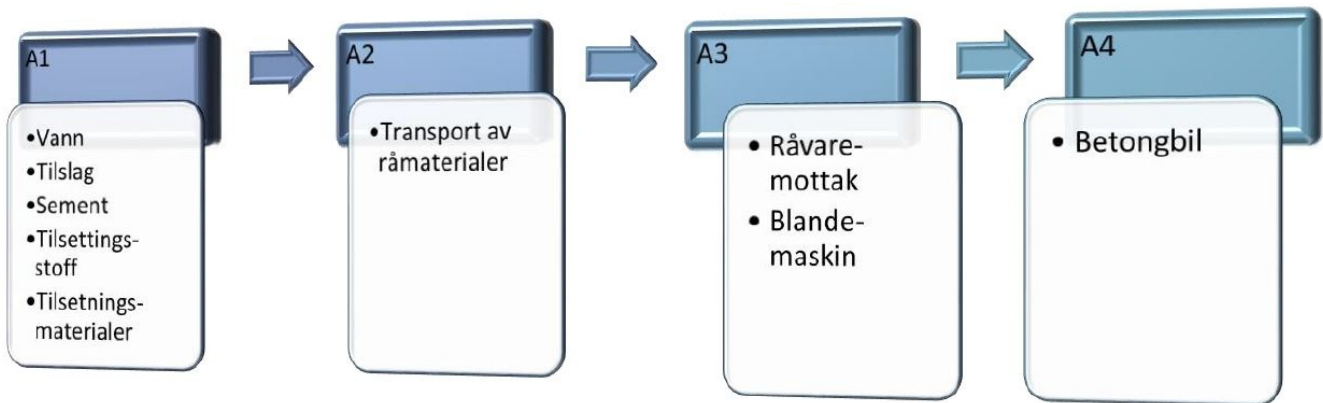
### Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarete produktet og ble samlet inn for EPD-utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på registrerte EPDer i henhold til EN 15804, Østfoldforskning sine databaser, ecoinvent og andre LCAdatabaser. Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

Materials	Source	Data quality	Year
Aggregate	EcoInvent 3	Database	0
SCM	0	Waste	0
Aggregate	Modified EcoInvent	Database	2012
Chemicals	EPD-EFC-20150086-IAG1-EN	EPD	2015
Chemicals	EPD-EFC-20150091-IAG1-EN	EPD	2015
Cement	NEPD 211, 15	EPD	2016
Water	ecoinvent 3.4	Database	2017

**Systemgrenser:**

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:



**Teknisk tilleggsmasjjon**

## LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjonen beskriver scenariene for modulene i EPDen.

### Transport fra produksjonssted til bruker (A4)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil	53,0 %	Concrete truck, EURO 6	25	0,020216	l/tkm	0,51
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

### Byggefase A5

.	Enhet	Verdi
Hjelpematerialer	kg	
Vannforbruk	m <sup>3</sup>	
Elektrisitetsforbruk	kWh	
Andre energikilder	MJ	
Materialtap	kg	
Materialer til avfallsbehandling	kg	
Støv i luft	kg	
VOC utslipp	kg	

### Monterte produkter i bruk (B1)

.	Unit	Value

### Vedlikehold (B2)/Reparasjon (B3)

.	Enhet	Verdi
Vedlikeholdsfrekvens*	-	
Hjelpematerialer	kg	
Andre ressurser		
Vannforbruk		
Elektrisitetsforbruk	kWh	
Andre energikilder	MJ	
Materialtap	kg	
VOC utslipp	kg	

### Utskifting (B4)/Renovering (B5)

.	Enhet	Verdi
Utskiftingsfrekvens*	stk	
Elektrisitetsforbruk	kWh	
Utskifting av slitte deler	0	

\* Tall eller referanselevetid

### Driftsenergi (B6) og vannbruk (B7)

.	Enhet	Verdi
Vannforbruk	m <sup>3</sup>	
Elektrisitetsforbruk	kWh	
Andre energikilder	MJ	
Utstyrets varmeeffekt	kW	

### Sluttfase (B8)

.	Enhet	Verdi
Farlig avfall	kg	
Blandet avfall	kg	
Gjenbruk	kg	
Resirkulering	kg	
Energigjenvinning		
Til deponi		

### Transport avfallsbehandling (C2)

Type	Kapasitetsutnyttelse inkl retur %	Kjøretøytype	Distanse km	Brennstoff/Energi forbruk	Enhet	Verdi (l/t)
Bil					l/tkm	
Jernbane					l/tkm	
Båt					l/tkm	
Annet					l/tkm	

Scenarier etter A1-A4 er ikke inkludert

## LCA: Resultater

### Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklart, MNR=modul ikke relevant)

Product stage				Construction installation stage	User stage								End of life stage				Beyond the system boundaries
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftinger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering-potensiale	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	

### Miljøpåvirkning (Environmental impact)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4
GWP	kg CO <sub>2</sub> -eq	2,77E+02	1,12E+01	1,41E+00	5,08E+00
ODP	kg CFC11 -eq	2,94E-06	1,83E-06	1,85E-07	9,60E-07
POCP	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq	3,95E-02	1,81E-03	3,08E-04	9,00E-04
AP	kg SO <sub>2</sub> -eq	7,01E-01	6,06E-02	8,37E-03	1,79E-02
EP	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eq	7,66E-02	1,19E-02	1,85E-03	3,72E-03
ADPM	kg Sb -eq	1,45E-04	8,98E-06	1,24E-05	1,12E-05
ADPE	MJ	1,41E+03	1,41E+02	1,69E+01	7,75E+01

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources

"Leseeksempel 9,0 E-03 = 9,0\*10<sup>-3</sup> = 0,009"

\*INA Indicator Not Assessed

### Ressursbruk (Resource use)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4
RPEE	MJ	2,80E+02	1,52E+00	9,63E+01	1,19E+00
RPEM	MJ	2,36E+01	0,00E+00	0,00E+00	3,65E-01
TPE	MJ	3,04E+02	1,52E+00	9,63E+01	1,56E+00
NRPE	MJ	1,45E+03	1,44E+02	2,28E+01	7,91E+01
NRPM	MJ	1,35E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TRPE	MJ	1,46E+03	1,44E+02	2,28E+01	7,91E+01
SM	kg	7,76E+01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	3,27E+01	0,00E+00	1,67E-02	0,00E+00
NRSF	MJ	2,80E+02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
W	m <sup>3</sup>	1,90E+00	3,32E-02	2,40E-01	7,06E-02

RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water

"Leseeksempel 9,0 E-03 =  $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$ "

\*INA Indicator Not Assessed

### Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4
HW	kg	3,76E-04	6,70E-05	2,34E-05	6,00E-05
NHW	kg	4,82E+01	4,96E+00	1,05E+00	7,84E+00
RW	kg	INA*	INA*	INA*	INA*

HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed

"Leseeksempel 9,0 E-03 =  $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$ "

\*INA Indicator Not Assessed

### Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)

Parameter	Unit	A1	A2	A3	A4
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MR	kg	4,86E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	1,10E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	INA*	INA*	INA*	INA*
ETE	MJ	INA*	INA*	INA*	INA*

CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy

"Leseeksempel 9,0 E-03 =  $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$ "

\*INA Indicator Not Assessed

## Norske tilleggskrav

### Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmiks fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A1:2013 er benyttet.

Elektrisitetsmiks	Datakilde	Mengde	Enhet
El-mix, Norway (kWh)	ecoinvent 3.4	31,04	g CO <sub>2</sub> -ekv/kWh


### Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.

### Inneklima

## Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III  
 NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer  
 NS-EN 15804:2012+A1:2013 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner  
 ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works  
 ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories .  
 Iversen et al., (2018) eEPD v3 .0 - Background information for EPD gen. system. LCA.no OR 04.18  
 Vold et al. (2014) EPD-generator for betongindustrien, bakgrunnsinformasjon for verifisering, OR 04.14, Østfoldforskning, NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 1.0. April 2017, EPD-Norge.

 <b>epd-norge.no</b> The Norwegian EPD Foundation	<b>Programoperatør og utgiver</b> Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner Pb. 5250 Majorstuen 0303 Oslo Norway	Telefon: +47 23 08 80 00  e-post: post@epd-norge.no web: www.epd-norge.no
 <b>ULSTEIN BETONG AS</b> <small>ULSTEIN BETONGINDUSTRIAS</small>	<b>Eier av deklarasjon</b> Ulstein Betong AS Eiksundvegen 99 6064 Haddal	Telefon: 98867585 Fax: e-post: astrid@ulsteinbetong.no web: www.ulsteinbetong.no
 <b>Østfoldforskning</b>	<b>Forfatter av livsløpsrapporten</b> Østfoldforskning AS Stadion 4 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 69 35 11 00 Fax: +47 69 34 24 94 e-post: web: www.ostfoldforskning.no
 <b>LCA</b> <small>.no</small>	<b>Utvikler av EPD-generator</b> LCA.no AS Dokka 1C 1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916  e-post: post@lca.no web: www.lca.no

---

## B EPD-kamstål

# Environmental product declaration

In accordance with 14025 and EN15804+A2

Kamstål til bruk i betong



Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner

**Eier av deklarasjonen:**

Norsk Stål AS

**Produkt:**

Kamstål til bruk i betong

**Deklarert enhet:**

1 kg

**Deklarasjonen er basert på PCR:**

EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR  
NPCR 013:2019 Part B for Steel and aluminium  
construction products

**Programoperatør:**

Næringslivets Stiftelse for  
miljødeklarasjoner

**Deklarasjonsnummer:**

NEPD-4433-3701-NO

**Publiseringsnummer:**

NEPD-4433-3701-NO

**Godkjent dato:** 05.05.2023

**Gyldig til:** 05.05.2028

**EPD Software:**

LCA.no EPD generator ID: 58071



## Generell informasjon

### Produkt

Kamstål til bruk i betong

### Programoperatør:

Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge  
Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner  
Telefon: +47 23 08 80 00  
web: [post@epd-norge.no](mailto:post@epd-norge.no)

### Deklarasjonsnummer:

NEPD-4433-3701-NO

### Deklarasjonen er basert på PCR:

EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR  
NPCR 013:2019 Part B for Steel and aluminium construction products

### Erklæring om ansvar:

Eieren av deklarasjonen skal være ansvarlig for den underliggende informasjon og bevis. EPD Norge skal ikke være ansvarlig med hensyn til produsent informasjon, livsløpsvurdering data og bevis.

### Deklarert enhet:

1 kg Kamstål til bruk i betong

### Deklarert enhet med opsjon:

A1-A3,A4,C1,C2,C3,C4,D

### Funksjonell enhet:

### Generelt om verifikasjon av EPD fra verktøy:

Uavhengig verifikasjon av data, annen miljøinformasjon og EPD er foretatt etter ISO 14025:2010, kapittel 8.1.3 og 8.1.4. Individuell tredjepartsverifisering av hver EPD er ikke nødvendig når verktøyet er i) integrert i bedriftens miljøstyringssystem, ii) prosedyrer for bruk av verktøyet er godkjent av EPD-Norge og iii) prosessen granskes årlig. Se vedlegg G i EPD-Norges retningslinjer for ytterligere informasjon om EPDverktøy

### Verifikasjon av EPD-verktøy:

Uavhengig tredjepartsverifikasjon av verktøy, bakgrunnsdata og test-EPD er gjort i henhold til EPD-Norge sine prosedyrer og retningslinjer for verifisering og godkjenning av EPD-verktøy.

Tredjeparts verifikator:

Alexander Borg, Asplan Viak AS

(krever ikke signatur)

### Eier av deklarasjonen:

Norsk Stål AS  
Kontaktperson: Ingvald Aase  
Telefon: +4798240342  
e-post: [ia@norskstaal.no](mailto:ia@norskstaal.no)

### Produsent:

Norsk Stål AS

### Produksjonssted:

Norsk Stål AS  
Nye Vakås vei 80  
1395 Hvalstad, Norway

### Kvalitet/Miljøsystem:

ISO 9001:2015, ISO14001:2018, ISO45001:2015, NS-EN 1090, NS-EN 10080:2005, NS 3576-2:2012, NS 3576-3:2012

### Org. no.:

959 493 715

**Godkjent dato:** 05.05.2023

**Gyldig til:** 05.05.2028

### Årstall for studien:

2022

### Sammenlignbarhet:

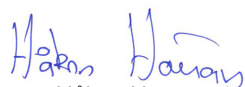
EPD av byggevarer er nødvendigvis ikke sammenlignbare hvis de ikke samsvarer med NS-EN 15804 og ses i en bygningskontekst.

**Utarbeidelse og verifikasjon av miljødeklarasjon:** Deklarasjonen er utarbeidet og verifisert ved bruk av EPD-verktøy lca.tools ver EPD2022.03, utviklet av LCA.no. EPD-verktøyet er integrert i bedriftens miljøstyringssystem, og godkjent av EPD-Norge

EPD er utarbeidet av: Ingvald Aase

Bedriftsspesifikke data og EPD er kontrollert av: Helge Nuland

### Godkjent:



Håkon Hauan  
Daglig leder av EPD-Norge

## Produkt

### Produktbeskrivelse:

Kamstål fremstilles etter kravene gitt i norsk standard NS 3576 "Armeringsstål, Mål og egenskaper, Del 3: Kamstenger B500NC."

### Produktspesifikasjon:

Kamstål fremstilles etter kravene gitt i norsk standard NS 3576 "Armeringsstål, Mål og egenskaper, Del 3: Kamstenger B500NC."

Materialer	kg	%
Metal - Steel	1,00	100,00
Total	1,00	

### Tekniske data:

Kamstål i rette lengder har to rekker med utstikkende kammer, samt langsgående ribber. Kamstål i kveil har to rekker med utstikkende kammer og en mer firkantet kjerne. Kamstål brukes til armering i betongkonstruksjoner. Vårt kamstål er underlagt sertifisering av Kontrollrådet. Vanligvis trenger ikke brukerne å foreta ytterligere kontroll. 1. Norsk Stål benytter kun sertifiserte leverandører godkjent av Kontrollrådet eller annet kontrollorgan. Skraprosent tilnærmet 100%.

### Markedsområde:

Norge og Europa

### Levetid, produkt:

### Levetid, bygg eller anlegg:

## LCA: Beregningsregler

### Deklarert enhet:

1 kg Kamstål til bruk i betong

### Cut-off kriterier:

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cut-off kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cutoff kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

### Allokering:

Allokering er gjort iht. bestemmelser i EN 15804. Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Miljøpåvirkning og ressursforbruk for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til det opprinnelige produktsystemet. Bearbeidingsprosessen og transport av materialet til produksjonssted er allokert til analysen i denne EPDen.

Allokering er gjort iht. bestemmelser i EN 15804 +A2. Inngående energi og vann, samt produksjon av avfall i egen produksjon er allokert likt mellom alle produktene gjennom masseallokering. Miljøpåvirkning og ressursforbruk for primærproduksjonen av resirkulerte materialer er allokert til det opprinnelige produktsystemet. Bearbeidingsprosessen og transport av materialet til produksjonssted er allokert til analysen i denne EPDen.

### Datakvalitet:

Spesifikke data for produktsammensetningen er fremskaffet av produsenten. De representerer produksjonen av det deklarete produktet og ble samlet inn for EPD-utvikling i det oppgitte året for studien. Bakgrunnsdata er basert på EPDer iht. EN 15804 og ulike LCA databaser.

Datakvaliteten for råmaterialene i A1 er presentert i tabellen nedenfor.

Kvaliteten på dataene for energi og materialer har blitt vurdert opp mot kriteriene gitt i UN Environment Global Guidance on LCA database development (EN 15804:2012+A2 (2019), Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products, European Committee for Standardization). Alle viktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert.

Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cutoff kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Materialer	Kilde	Datakvalitet	År
Metal - Steel	SP-04910	EPD	2020

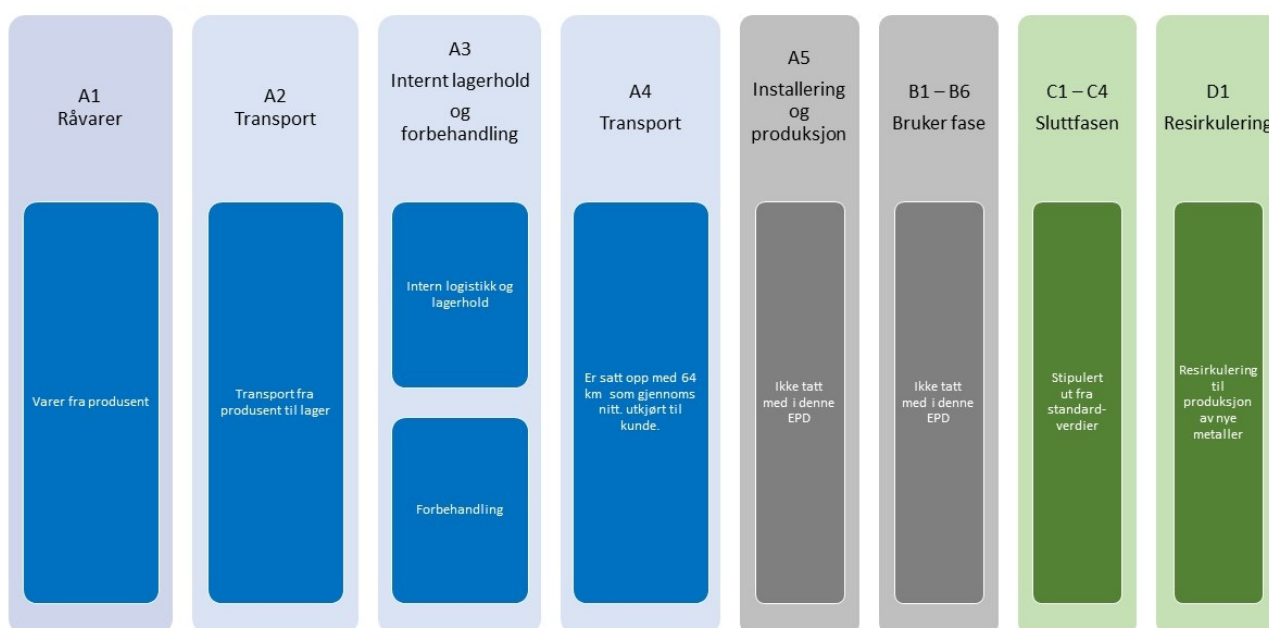
## Systemgrenser (X=inkludert, MND=modul ikke deklartert, MNR=modul ikke relevant)

Produktfase			Sammenstillingsfase	Bruksfase								Sluttfase				Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Konstruksjons/ installasjonsfase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftninger	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/ resirkulering-potensiale
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X

### Systemgrenser:

Alleriktige råmaterialer og all viktig energibruk er inkludert. Produksjonsprosessen for råmaterialene og energistrømmer som inngår med veldig små mengder (mindre enn 1%) er ikke inkludert. Disse cutoff kriteriene gjelder ikke for farlige materialer og stoffer.

Flytskjemaet nedenfor illustrerer systemgrensene for analysen:



### Teknisk tilleggsmasjon:

A3: Energiforbruket for lagring/produksjon hos Norsk Stål er beregnet til 4 E-02 kWt/KG.

A4: Utgående transport fra Norsk Stål til kunde varierer. Vi benytter 64 km som gjennomsnitt. Dette trekkes fra totalen dersom neste ledd inkluderer denne transporten.

Produktet er 100% skrapbasert

## LCA: Scenarier og annen teknisk informasjon

Følgende informasjon beskriver scenariene for modulene i EPDen.

Transport fra produksjonssted til bruker (A4)	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Distanse (km)	Brennstoff/Energiforbruk	Enhet	Verdi (Liter/tonn)
Truck, over 32 tonnes, EURO 6 (km)	53,3 %	64	0,023	l/tkm	1,47
Demontering (C1)					
	Enhet	Verdi			
Diesel, burned (L)	L/DU	0,01			
Transport til avfallsbehandling (C2)	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	Distanse (km)	Brennstoff/Energiforbruk	Enhet	Verdi (Liter/tonn)
Truck, over 32 tonnes, EURO 6 (km)	53,3 %	100	0,023	l/tkm	2,30
Avfallsbehandling (C3)					
	Enhet	Verdi			
Materials to recycling (kg)	kg	0,90			
Avfall til sluttbehandling (C4)					
	Enhet	Verdi			
Waste, scrap steel, to landfill (kg)	kg	0,10			
Gevinst og belastninger etter endt levetid (D)					
	Enhet	Verdi			
Substitution of primary steel with net scrap (kg)	kg	-0,10			

## LCA: Resultater

LCA resultatene er presentert under for enheten som er definert på side 2 av EPD dokumentet.

Miljøpåvirkning (Environmental impact)									
Indikator	Enhet	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
	GWP-total	kg CO <sub>2</sub> -eq	3,39E-01	5,58E-03	3,89E-02	8,72E-03	0,00E+00	4,29E-04	1,10E-01
	GWP-fossil	kg CO <sub>2</sub> -eq	3,30E-01	5,57E-03	3,89E-02	8,71E-03	0,00E+00	4,28E-04	1,10E-01
	GWP-biogenic	kg CO <sub>2</sub> -eq	9,12E-03	2,39E-06	7,29E-06	3,73E-06	0,00E+00	3,64E-07	6,07E-05
	GWP-luluc	kg CO <sub>2</sub> -eq	1,56E-04	1,70E-06	3,06E-06	2,65E-06	0,00E+00	8,40E-08	4,93E-05
	ODP	kg CFC11 -eq	5,88E-09	1,34E-09	8,40E-09	2,10E-09	0,00E+00	2,09E-10	3,49E-09
	AP	mol H+ -eq	1,27E-03	1,79E-05	4,07E-04	2,80E-05	0,00E+00	4,18E-06	5,47E-04
	EP-FreshWater	kg P -eq	1,03E-06	4,44E-08	1,42E-07	6,93E-08	0,00E+00	3,20E-09	6,77E-06
	EP-Marine	kg N -eq	5,16E-04	3,93E-06	1,80E-04	6,14E-06	0,00E+00	1,57E-06	1,13E-04
	EP-Terrestrial	mol N -eq	5,62E-03	4,38E-05	1,97E-03	6,85E-05	0,00E+00	1,73E-05	1,16E-03
	POCP	kg NMVOC -eq	1,42E-03	1,72E-05	5,42E-04	2,69E-05	0,00E+00	4,94E-06	5,51E-04
	ADP-minerals&metals <sup>1</sup>	kg Sb -eq	3,81E-07	9,93E-08	5,97E-08	1,55E-07	0,00E+00	3,79E-09	1,90E-06
	ADP-fossil <sup>1</sup>	MJ	2,43E+00	9,05E-02	5,35E-01	1,41E-01	0,00E+00	1,38E-02	9,26E-01
	WDP <sup>1</sup>	m <sup>3</sup>	2,82E+00	6,94E-02	1,14E-01	1,08E-01	0,00E+00	2,91E-02	-5,71E+00

GWPtotal: Globalt oppvarmingspotensial; GWPfossil: Globalt oppvarmingspotensial fossile brensler; GWPbiogenic: Globalt oppvarmingspotensial biogene kilder; GWPluluc: Globalt oppvarmingspotensial arealbruk endringer i bruk av arealer; ODP: Potensial for nedbryting av stratosfærisk ozon; AP: Forsurningspotensial for kilder på land og vann; EP: overgjødslingspotensial til ferskvann, hav og jord; POCP: Potensial for fotokjemisk oksidantdannning; ADP-elements: Abiotisk utarmingspotensial for ikke-fossile ressurser, mineraler; ADP-fossil: Abiotisk utarmingspotensial for fossile ressurser, fossile brensler; WDP: Utarmingspotensial for vannressurser.







<sup>1</sup> "Leseeksempel: 9,0 E-03 = 9,0\*10<sup>-3</sup> = 0,009"

\*INA: Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

1. Resultatene av denne miljøpåvirkningsindikatoren skal brukes med forsiktighet ettersom usikkerheten til resultatene er høy eller det er begrenset erfaring med bruk av indikatoren.

### Merknad om miljøpåvirkningen

**Supplerende indikatorer for miljøpåvirkning**

Indikator	Enhhet	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
 PM	Disease incidence	1,32E-08	5,12E-10	1,08E-08	8,00E-10	0,00E+00	8,90E-11	9,13E-09
 IRP <sup>2</sup>	kgBq U235 -eq	6,94E-03	3,96E-04	2,29E-03	6,18E-04	0,00E+00	6,00E-05	-3,95E-04
 ETP-fw <sup>1</sup>	CTUe	1,93E+00	6,62E-02	2,92E-01	1,03E-01	0,00E+00	6,83E-03	6,13E+00
 HTP-c <sup>1</sup>	CTUh	1,52E-10	0,00E+00	1,10E-11	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,29E-10
 HTP-nc <sup>1</sup>	CTUh	2,50E-09	6,40E-11	2,69E-10	1,00E-10	0,00E+00	4,00E-12	-1,15E-08
 SQP <sup>1</sup>	dimensionless	6,52E-01	1,04E-01	6,79E-02	1,62E-01	0,00E+00	5,04E-02	6,93E-02











PM: Partikkelutslipp; IRP: Ioniserende stråling (helseeffekt); ETP-fw: Økotoksisitet (ferskvann); HTP-c: Toksisitet påvirkning på mennesker, kreft; HTP-nc: Toksisitet påvirkning på mennesker, andre effekter enn kreft; SQP: Påvirkninger knyttet til arealbruksendringer / jordkvalitet

"Leseeksempel:  $9,0 \text{ E-}03 = 9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$ "

\*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

1. Resultatene av denne miljøpåvirkningsindikatoren skal brukes med forsiktighet ettersom usikkerheten til resultatene er høy eller det er begrenset erfaring med bruk av indikatoren.

2. Denne påvirkningskategorien omhandler hovedsakelig den eventuelle effekten av lavdose ioniserende stråling på menneskers helse i atombrenselsyklusen. Den tar ikke hensyn til effekter på grunn av mulige atomulykker, yrkesmessig eksponering eller på grunn av fjerning av radioaktivt avfall i underjordiske anlegg. Potensiell ioniserende stråling fra jorda, fra radon og fra noen byggematerialer måles heller ikke av denne indikatoren.




Ressursbruk (Resource use)									
Indikator	Enhet	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D	
 PERE	MJ	3,71E+00	1,14E-03	2,89E-03	1,78E-03	0,00E+00	2,13E-04	7,51E-02	
 PERM	MJ	6,40E-03	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
 PERT	MJ	3,71E+00	1,14E-03	2,89E-03	1,78E-03	0,00E+00	2,13E-04	7,51E-02	
 PENRE	MJ	2,44E+00	9,06E-02	5,35E-01	1,41E-01	0,00E+00	1,38E-02	9,26E-01	
 PENRM	MJ	6,70E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	
 PENRT	MJ	2,44E+00	9,06E-02	5,35E-01	1,41E-01	0,00E+00	1,38E-02	9,26E-01	
 SM	kg	1,11E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-5,21E-02	
 RSF	MJ	6,36E-04	3,98E-05	7,12E-05	6,23E-05	0,00E+00	4,39E-06	-3,97E-03	
 NRSF	MJ	6,52E-01	1,34E-04	1,05E-03	2,09E-04	0,00E+00	1,26E-05	-1,16E-01	
 FW	m <sup>3</sup>	4,83E-02	1,03E-05	2,75E-05	1,61E-05	0,00E+00	1,65E-05	2,32E-04	

PERE Fornybar primærenergi brukt som energibærer; PERM Fornybar primærenergi brukt som råmateriale; PERT Total bruk av fornybar primærenergi; PENRE Ikke fornybar primærenergi brukt som energibærer; PENRM Ikke fornybar primærenergi brukt som råmateriale; PENRT Total bruk av ikke fornybar primærenergi; SM Bruk av sekundære materialer; RSF Bruk av fornybart sekundære brensel; NRSF Bruk av ikke fornybart sekundære brensel; FW Netto bruk av ferskvann.

"Leseeksempel: 9,0 E-03 = 9,0\*10<sup>-3</sup> = 0,009"

\*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

**Livsløpets slutt - Avfall (End of life - Waste)**






Indikator	Enhet	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
 HWD	kg	2,37E-04	4,95E-06	1,58E-05	7,74E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,72E-04
 NHWD	kg	2,15E-01	7,87E-03	6,34E-04	1,23E-02	0,00E+00	1,00E-01	4,50E-02
 RWD	kg	4,44E-05	6,18E-07	3,72E-06	9,66E-07	0,00E+00	0,00E+00	-3,03E-07

HWD Avhendet farlig avfall; NHWD Avhendet ikke-farlig avfall; RWD Avhendet radioaktivt avfall.

"Leseeksempel: 9,0 E-03 =  $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$ "

\*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

**Livsløpets slutt - Utgangsfaktorer (End of life - Output flow)**

Indikator	Enhet	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
 CRU	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
 MFR	kg	1,57E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,00E-01	0,00E+00	-5,21E-02
 MER	kg	5,87E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	-3,31E-05
 EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,78E-05
 EET	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	5,72E-04

CRU Komponenter for gjenbruk, MFR Materialer for resirkulering, MER Materialer for energigjenvinning, EEE Eksportert elektrisk energi; ETE Eksportert termisk energi.

"Leseeksempel: 9,0 E-03 =  $9,0 \cdot 10^{-3} = 0,009$ "

\*INA Indicator Not Assessed (indikator ikke vurdert)

**Informasjon om innholdet av biogent karbon**

Indikator	Enhet	Ved port
Innhold av biogent karbon i produkt	kg C	0,00E+00
Innhold av biogent karbon i emballasjen	kg C	0,00E+00

Merk: 1 kg biogent karbon tilsvarer 44/12 kg CO<sub>2</sub>



## Norske tilleggskrav

### Klimagassutslipp fra bruk av elektrisitet i produksjonsfasen

Nasjonal produksjonsmiks fra import, lavspenning (inkludert produksjon av overføringslinjer, i tillegg til direkte utslipp og tap i nett) er brukt for anvendt elektrisitet i produksjonsprosessen (A3). Bakgrunnsdata er presentert i tabellen under. Karakteriseringsfaktorer fra EN15804:2012+A2:2019 er benyttet.

Electricity mix	Data source	Amount	Enhet
Electricity, Norway (kWh)	ecoinvent 3.6	24,33	g CO <sub>2</sub> -eq/kWh

### Farlige stoffer

Produktet er ikke tilført stoffer fra REACH Kandidatliste eller den norske prioritetslisten.

### Inneklima

## Ytterligere miljøinformasjon

Miljøpåvirkningsindikatorer iht. EN 15804+A1 og NPCR Part A v2.0								
Indikator	Enhet	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
GWP	kg CO <sub>2</sub> -eq	2,51E-02	5,52E-03	3,84E-02	8,62E-03	0,00E+00	4,20E-04	1,03E-01
ODP	kg CFC11 -eq	3,72E-09	1,09E-09	6,66E-09	1,70E-09	0,00E+00	1,66E-10	3,54E-09
POCP	kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -eq	3,52E-06	6,83E-07	5,91E-06	1,07E-06	0,00E+00	1,03E-07	6,81E-05
AP	kg SO <sub>2</sub> -eq	1,77E-04	1,16E-05	5,68E-05	1,82E-05	0,00E+00	1,24E-06	4,13E-04
EP	kg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -eq	3,79E-05	1,26E-06	6,31E-06	1,97E-06	0,00E+00	1,47E-07	6,12E-05
ADPM	kg Sb -eq	2,75E-07	9,93E-08	5,97E-08	1,55E-07	0,00E+00	3,79E-09	1,90E-06
ADPE	MJ	3,05E-01	8,89E-02	5,32E-01	1,39E-01	0,00E+00	1,36E-02	1,01E+00
GWPIOBC	kg CO <sub>2</sub> -eq	3,29E-01	5,58E-03	3,89E-02	8,72E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,65E-01

GWP Global warming potential; ODP Depletion potential of the stratospheric ozone layer; POCP Formation potential of tropospheric photochemical oxidants; AP Acidification potential of land and water; EP Eutrophication potential; ADPM Abiotic depletion potential for non fossil resources; ADPE Abiotic depletion potential for fossil resources; GWP-IOBC/GHG Global warming potential calculated according to the principle of instantaneous oxidation (except emissions and uptake of biogenic carbon)

### Variants and Options

Key environmental indicators (A1-A3) for variants of this EPD				
Variants	Weight (kg)	GWPTotal (kg CO <sub>2</sub> -eq)	Total energy consumption (MJ)	Secondary material (%)
Kamstål til bruk i betong	1,00	0,00	0,00	0,00

## Bibliografi

NS-EN ISO 14025:2010 Miljømerker og deklarasjoner - Miljødeklarasjoner type III - Prinsipper og prosedyrer.  
 NS-EN ISO 14044:2006 Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer.  
 NS-EN 15804:2012+A2:2019 Bærekraftig byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer.  
 ISO 21930:2017 Sustainability in buildings and civil engineering works -  
 Core rules for environmental product declarations of construction products and services.  
 ecoinvent v3, Allocation, cut-off by classification, Swiss Centre of Life Cycle Inventories.  
 Iversen et al., (2021) eEPD v2021.09 Background information for EPD generator tool system verification, LCA.no rapportnummer: : 07.21.  
 Graafland and Iversen, (2022) EPD generator for EPD generator for NPCR 013 Part B for Steel and Aluminum, Background information for EPD generator application and LCA data, LCA.no report number: 08.22  
 NPCR Part A: Construction products and services. Ver. 2.0. April 2021, EPD-Norge.  
 NPCR 013 Part B for Steel and Aluminium Construction Products , Ver. 4.0, 06.10.2021, EPD Norway.

 Global program operatør	<b>Programoperatør og utgiver</b> Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner Postboks 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norge	Telefon: +47 23 08 80 00 e-post: <a href="mailto:post@epd-norge.no">post@epd-norge.no</a> web: <a href="http://www.epd-norge.no">www.epd-norge.no</a>
	<b>Eier av deklarasjonen:</b> Norsk Stål AS Nye Vakås vei 80, 1395 Hvalstad	Telefon: +4798240342 e-post: <a href="mailto:ia@norskstaal.no">ia@norskstaal.no</a> web: <a href="http://norskstaal.no">norskstaal.no</a>
	<b>Forfatter av livsløpsrapporten</b> LCA.no AS Dokka 6B, 1671	Telefon: +47 916 50 916 e-post: <a href="mailto:post@lca.no">post@lca.no</a> web: <a href="http://www.lca.no">www.lca.no</a>
	<b>Utvikler av EPD-generator</b> LCA.no AS Dokka 6B,1671 Kråkerøy	Telefon: +47 916 50 916 e-post: <a href="mailto:post@lca.no">post@lca.no</a> web: <a href="http://www.lca.no">www.lca.no</a>
	ECO Platform ECO Portal	web: <a href="http://www.eco-platform.org">www.eco-platform.org</a> web: ECO Portal

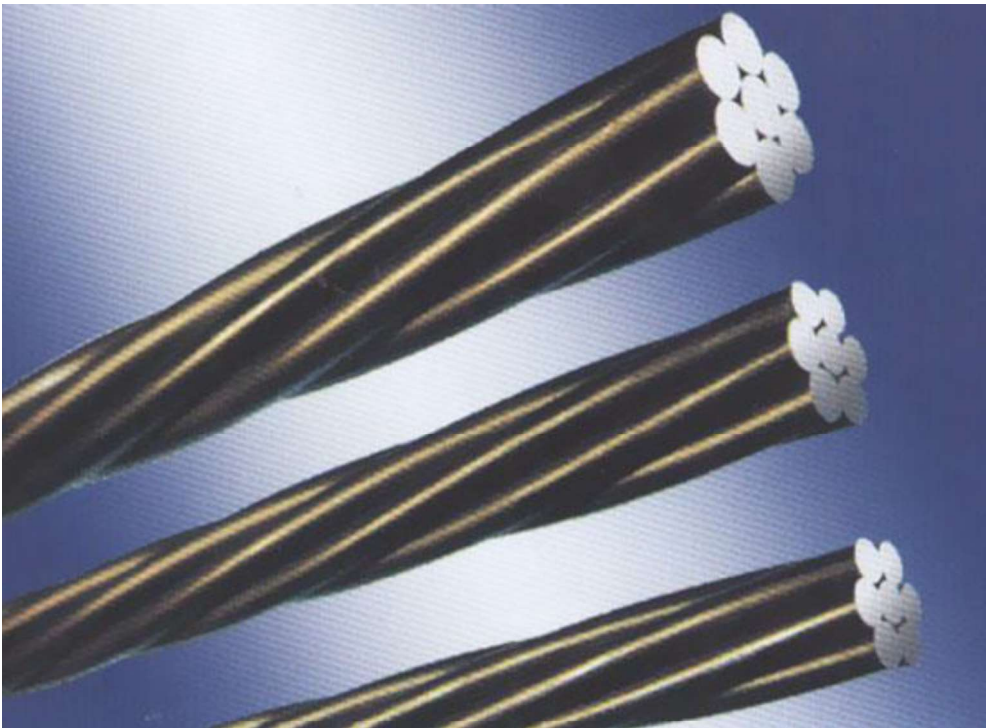
---

## C EPD-spennarmering

# Environmental Product Declaration

In accordance with ISO 14025 and EN 15804+A2

Prestressed concrete steel strand, PC strand



**FerROMETALL**

**Owner of the declaration:**  
Ferrometall AS

**Product name:**  
PC strand

**Declared unit:**  
1 kg of PC strand

**Product category /PCR:**  
EN 15804:2012+A2:2019 serves as core PCR.  
NPCR 013:2019 Part B for Steel and Aluminium  
for Construction Products version 4.0, issued  
06.10.2021

**Program holder and publisher:**  
The Norwegian EPD foundation

**Declaration number:**  
NEPD-4849-4075-EN

**Registration Number:**  
NEPD-4849-4075-EN

**Issue date:** 28.08.2023

**Valid to:** 28.08.2028

## General information

# FeRROMETALL

### Product:

PC strand

### Program Operator:

The Norwegian EPD Foundation  
Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo, Norway  
Tlf: +47 23 08 80 00  
e-mail: post@epd-norge.no

### Declaration Number:

NEPD-4849-4075-EN

### This declaration is based on Product Category Rules:

EN 15804:2012+A2:2019 serves as core PCR  
NPCR 013:2019 Part B for Steel and Aluminium  
Construction Products. Version 4.0.

### Statements:

The owner of the declaration shall be liable for the underlying information and evidence. EPD Norway shall not be liable with respect to manufacturer, life cycle assessment data and evidences.

### Declared unit:

1 kg of PC strand

### Declared unit with option:

1 kg of PC strand, cradle-to-gate A1-A3, with options A4, C1-C4, D

### Functional unit:

-

### Verification:

Independent verification of the declaration and data, according to ISO14025:2010

internal  external   
Sign

Ole M. K. Iversen

Independent verifier approved by EPD Norway

### Owner of the declaration:

Ferrometall AS  
Contact person: Rune Humlebekk  
Phone: +47 48 29 04 29  
e-mail: rune@ferrometall.no

### Manufacturer:

Ferrometall AS  
Gyldenløves plass 1, 3044 Drammen  
Phone: +47 32 89 10 30  
e-mail: info@ferrometall.no

### Place of production:

Tianjin, China

### Management system:

EN ISO 9001, EN ISO 14001, BS/EN 1090

### Organisation no:

995 727 064

### Issue date:

28.08.2023

### Valid to:

28.08.2028

### Year of study:

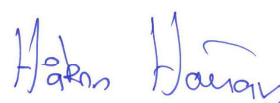
2023

### Comparability:

EPDs from other programmes than EPD Norge may not be comparable.

### The EPD has been worked out by:

Dan André Johansen, Asplan Viak AS



Approved (Manager of EPD Norway)

## Product

### Product description:

Prestressed concrete steel strand, known as a PC strand, is a typical construction material used for reinforcing concrete elements used in buildings and infrastructure. PC strands are wire rods of solid steel that have been twisted together and are used in pre-stressing concrete elements.

Products start out as pre-produced steel wire rods of specific dimensions manufactured at various locations in China. The steel components are twisted together, and the PC strand will vary in dimension depending on the number of rods twisted together and the dimensions of each thread.

### Product specification:

Materials	kg	%
Steel with alloys	1,00	100

### Technical data:

The dimensions evaluated in this report are 12,7-12,9 mm and 15,2-15,9 mm, which are in the range of the standard dimensions for this product type.

### Market:

Norway and Scandinavia

### Reference service life, product:

60 years

### Reference service life, building:

60 years

## LCA: Calculation rules

### Declared unit:

1 kg of PC strand, cradle-to-gate A1-A3 with options A4, C1-C4 and D.

### Data quality:

General requirements and guidelines concerning the use of generic and specific data and the quality of those are as described in EN 15804: 2012+A2:2019, clause 6.3.7 and 6.3.8., including ISO14044:2006, 4.2.3.6. The data is representative according to temporal, geographical and technological requirements. Generic data is from LCA databases such as ecoinvent v3.8, Agri-footprint 5 and World Steel Association LCI data which is found in the Industry data 2.0 ecoinvent extension (See also Worldsteel, 2017). Calculations have been carried out using Simapro v9. Characterization factors from EN15804:2012 + A2:2019.

## Allocation:

The allocation is made in accordance with the provisions of EN 15804. Production activities, energy, water and waste production in-house is allocated equally among all products through mass allocation. Effects of primary production of recycled materials allocated to the main product in which the material was used. The recycling process and transportation of the material is allocated to this analysis.

## System boundary:

Modules are declared according to NPCR 013 Part B. Declared modules are shown in Figure 1. Gray boxes denote modules not declared.

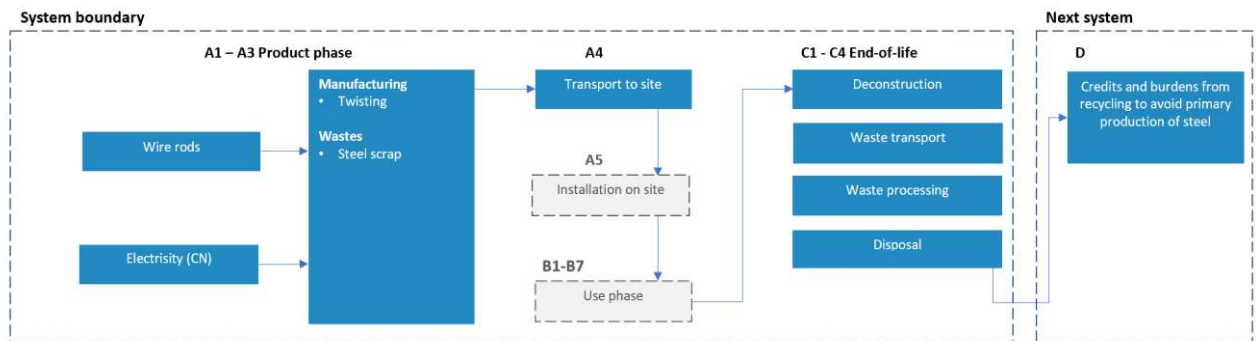


Figure 1: System boundaries

## Cut-off criteria:

All major raw materials and all the essential energy is included. The production process for raw materials and energy flows that are included with very small amounts (<1% energy, mass, impact) are not included. This cut-off rule does not apply for hazardous materials and substances.

## LCA: Scenarios and additional technical information

The following information describe the scenarios in the different modules of the EPD.

Transport from production place to Moss, Norway, and transport by truck to the user (A4)

Type	Capacity utilisation (incl. return) %	Type of vehicle	Distance km	Fuel/Energy consumption	value (kg/t)
Truck	Unspecified	Lorry, unspecified	120	0,025 kg/tkm	3
Ship	100%	50 000 DWT	20 468	0,0016 kg/tkm	33
Ship	80%	5 000 DWT	967	0,014 kg/tkm	14
Truck	80%	Lorry>32t	300	0,025 kg/tkm	7,5

Scenario for distance to building site according to NPCR 013 Part B.

## End of Life (C1, C3, C4)

	Unit	Value
Hazardous waste disposed	kg	0
Collected as mixed construction waste	kg	0
Reuse	kg	0
Recycling	kg	0,95
Energy recovery	kg	0
To landfill	kg	0,05

Net new scrap is calculated by subtracting the scrap content of outgoing steel from the recycling rate. The scrap content is 58 % from suppliers. Note that outgoing scrap and the parameter for Secondary Material content (SM) differ, wherein the latter accounts for the total amount of scrap needed in the system to fulfill the declared unit.

A 95% recovery rate is assumed, wherein 5% is assumed landfilled - in effect providing a 95% recycling rate. Reuse is not included in this scenario.

## Transport to waste processing (C2)

Type	Capacity utilisation (incl. return) %	Type of vehicle	Distance km	Fuel/Energy consumption	value (l/t)
Waste collection	50 %	Lorry 21t	19	0,4 l/tkm	7,4
Truck	26 %	Lorry 16-32t EURO5	278	0,04 l/tkm	12,2

To provide a plausible scenario for transportation to waste processing, a study of Norwegian waste treatment was used as proxy data (Raadal et al., 2009).

## Benefits and loads beyond the system boundaries (D)

	Unit	Value
Steel waste	kg	0,05

Module D is calculated as net scrap \* LCI for scrap, where the scrap LCI is calculated as the credit for avoided primary production of steel, minus the burden of recycling steel scrap to make new steel, multiplied by the process yield. LCI for scrap has been provided by worldsteel (Eurofer, 2019; Worldsteel, 2017).

## Additional technical information

Not relevant.



## LCA: Results

The LCA results are presented below for the declared unit defined on page 2 of the EPD document. Impact assessment results are presented with core and additional impact indicators presented in EN15804+A2. Reading example: 9,0 E-03 = 9,0\*10<sup>-3</sup> = 0,009

System boundaries (X=included, MND= module not declared, MNR=module not relevant)

Product stage			Assembly stage		Use stage							End of life stage				Benefits & loads beyond system boundary
Raw materials	Transport	Manufacturing	Transport	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	X	X	X	X	X

## Core environmental impact indicators

Indicator	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
GWP-total	kg CO2 eq.	2,10E+00	2,11E-01	2,14E-02	6,99E-02	2,12E-04	2,64E-04	-6,28E-01
GWP-fossil	kg CO2 eq.	2,10E+00	2,11E-01	2,14E-02	6,97E-02	2,00E-04	2,63E-04	-6,27E-01
GWP-biogenic	kg CO2 eq.	2,32E-03	8,24E-05	1,85E-05	1,46E-04	1,21E-05	9,28E-07	-4,06E-04
GWP-LULUC	kg CO2 eq.	7,91E-04	1,72E-05	2,14E-06	2,02E-05	5,41E-07	2,49E-07	9,08E-05
ODP	kg CFC11 eq.	7,38E-08	1,18E-08	4,58E-09	1,58E-08	2,13E-11	1,07E-10	-3,41E-16
AP	mol H <sup>+</sup> eq.	1,18E-02	4,28E-03	2,23E-04	3,30E-04	1,63E-06	2,48E-06	-1,13E-03
EP-freshwater	kg P eq.	7,50E-05	3,92E-07	7,10E-08	3,64E-07	6,73E-09	2,76E-09	-1,28E-07
EP-marine	kg N eq.	2,72E-03	1,26E-03	9,85E-05	1,17E-04	4,45E-07	8,56E-07	-1,68E-04
EP-terrestrial	mol N eq.	2,54E-02	1,38E-02	1,08E-03	1,29E-03	5,02E-06	9,42E-06	-1,64E-03
POCP	kg NMVOC eq.	7,15E-03	3,46E-03	2,97E-04	4,24E-04	1,44E-06	2,74E-06	-8,59E-04
ADP-M&M	kg Sb eq.	1,92E-05	1,25E-07	1,10E-08	1,81E-07	1,22E-08	6,01E-10	-1,33E-06
ADP-fossil	MJ	2,06E+01	2,73E+00	2,94E-01	1,01E+00	2,90E-03	7,35E-03	-5,46E+00
WDP	m <sup>3</sup>	7,65E-01	2,85E-03	4,19E-04	2,17E-03	1,05E-04	3,30E-04	-7,16E-02

**GWP-total:** Global Warming Potential; **GWP-fossil:** Global Warming Potential fossil fuels; **GWP-biogenic:** Global Warming Potential biogenic; **GWP-LULUC:** Global Warming Potential land use and land use change; **ODP:** Depletion potential of the stratospheric ozone layer;

**AP:** Acidification potential, Accumulated Exceedance; **EP-freshwater:** Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment; See “additional Norwegian requirements” for indicator given as PO4 eq. **EP-marine:** Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment; **EP-terrestrial:** Eutrophication potential, Accumulated Exceedance; **POCP:** Formation potential of tropospheric ozone; **ADP-M&M:** Abiotic depletion potential for non-fossil resources (minerals and metals); **ADP-fossil:** Abiotic depletion potential for fossil resources; **WDP:** Water deprivation potential, deprivation weighted water consumption

## Additional environmental impact indicators

Indicator	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
PM	Disease incidence	1,90E-07	3,31E-08	5,90E-09	6,39E-09	2,73E-11	4,85E-11	-1,90E-08
IRP	kBq U235 eq.	3,22E-02	3,55E-03	1,25E-03	4,38E-03	3,80E-05	3,01E-05	1,65E-02
ETP-fw	CTUe	6,78E+01	6,96E-01	1,72E-01	7,14E-01	6,68E-03	4,64E-03	2,39E-02
HTP-c	CTUh	1,53E-08	8,99E-11	6,65E-12	2,06E-11	8,30E-13	1,18E-13	1,88E-10
HTP-nc	CTUh	8,22E-08	1,60E-09	1,25E-10	6,91E-10	8,45E-12	3,05E-12	-8,40E-09
SQP	Dimensionless	9,00E+00	7,05E-01	3,74E-02	5,36E-01	1,73E-02	1,54E-02	1,38E-01

**PM:** Particulate matter emissions; **IRP:** Ionising radiation, human health; **ETP-fw:** Ecotoxicity (freshwater); **ETP-c:** Human toxicity, cancer effects; **HTP-nc:** Human toxicity, non-cancer effects; **SQP:** Land use related impacts / soil quality

## Classification of disclaimers to the declaration of core and additional environmental impact indicators

ILCD classification	Indicator	Disclaimer
ILCD type / level 1	Global warming potential (GWP)	None
	Depletion potential of the stratospheric ozone layer (ODP)	None
	Potential incidence of disease due to PM emissions (PM)	None
	Acidification potential, Accumulated Exceedance (AP)	None
ILCD type / level 2	Eutrophication potential, Fraction of nutrients reaching marine end compartment (EP-marine)	None
	Eutrophication potential, Accumulated Exceedance (EP-terrestrial)	None
	Formation potential of tropospheric ozone (POCP)	None
	Potential Human exposure efficiency relative to U235 (IRP)	1
ILCD type / level 3	Abiotic depletion potential for non-fossil resources (ADP-minerals&metals)	2
	Abiotic depletion potential for fossil resources (ADP-fossil)	2
	Water (user) deprivation potential, deprivation-weighted water consumption (WDP)	2
	Potential Comparative Toxic Unit for ecosystems (ETP-fw)	2
	Potential Comparative Toxic Unit for humans (HTP-c)	2
	Potential Comparative Toxic Unit for humans (HTP-nc)	2
Potential Soil quality index (SQP)	2	

**Disclaimer 1** – This impact category deals mainly with the eventual impact of low dose ionizing radiation on human health of the nuclear fuel cycle. It does not consider effects due to possible nuclear accidents, occupational exposure nor due to radioactive waste disposal in underground facilities. Potential ionizing radiation from the soil, from radon and from some construction materials is also not measured by this indicator.

**Disclaimer 2** – The results of this environmental impact indicator shall be used with care as the uncertainties on these results are high or as there is limited experienced with the indicator

## Resource use

Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
RPEE	MJ	2,06E+00	1,07E-02	1,65E-03	1,15E-02	1,52E-02	6,27E-05	4,50E-02
RPEM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TPE	MJ	2,06E+00	1,07E-02	1,65E-03	1,15E-02	1,52E-02	6,27E-05	4,50E-02
NRPE	MJ	2,07E+01	2,73E+00	2,94E-01	1,01E+00	2,90E-03	7,36E-03	-5,46E+00
NRPM	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
TRPE	MJ	2,07E+01	2,73E+00	2,94E-01	1,01E+00	2,90E-03	7,36E-03	-5,46E+00
SM	kg	5,92E-01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
RSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
NRSF	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
W	m <sup>3</sup>	2,13E-02	8,62E-05	1,48E-05	1,09E-04	1,11E-04	7,83E-06	-2,76E-03

*RPEE Renewable primary energy resources used as energy carrier; RPEM Renewable primary energy resources used as raw materials; TPE Total use of renewable primary energy resources; NRPE Non renewable primary energy resources used as energy carrier; NRPM Non renewable primary energy resources used as materials; TRPE Total use of non renewable primary energy resources; SM Use of secondary materials; RSF Use of renewable secondary fuels; NRSF Use of non renewable secondary fuels; W Use of net fresh water*

## End of life - Waste

Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
HW	kg	1,23E-02	4,82E-05	8,57E-06	4,48E-05	9,39E-07	5,73E-07	0,00E+00
NHW	kg	8,03E-01	5,61E-02	3,92E-04	3,75E-02	1,04E-04	5,00E-02	0,00E+00
RW	kg	3,75E-05	5,09E-06	2,03E-06	6,90E-06	2,35E-08	4,82E-08	0,00E+00

*HW Hazardous waste disposed; NHW Non hazardous waste disposed; RW Radioactive waste disposed*

## End of life – output flow

Parameter	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
CR	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
MR	kg	2,00E-02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	9,50E-01	0,00E+00	0,00E+00
MER	kg	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
EEE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
ETE	MJ	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00

*CR Components for reuse; MR Materials for recycling; MER Materials for energy recovery; EEE Exported electric energy; ETE Exported thermal energy*

## Information describing the biogenic carbon content at the factory gate

Biogenic carbon content	Unit	Value
Biogenic carbon content in product	kg C	0,00E+00
Biogenic carbon content in the accompanying packaging	kg C	0,00E+00

## Additional Norwegian requirements

### Greenhous gas emission from the use of electricity in the manufacturing phase

National production mix from import, low voltage (production of transmission lines, in addition to direct emissions and losses in grid) of applied electricity for the manufacturing proress(A3).

National electricity grid	Unit	Value
Ecoinvent v3.8 - China	kg CO <sub>2</sub> -eq/kWh	1,09
Ecoinvent v3.8 - Norway	kg CO <sub>2</sub> -eq/kWh	0,0289

### Additional environmental impact indicators required in NPCR Part A for construction products

In order to increase the transparency of biogenic carbon contribution to climate impact, the indicator GWP-IOBC is required as it declares climate impacts calculated according to the principle of instantanious oxidation. GWP-IOBC is also reffered to as GWP-GHG in context to Swedish public procurement legislation.

Indicator	Unit	A1-A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
GWP-IOBC	kg CO <sub>2</sub> eq.	2,10E+00	2,11E-01	2,14E-02	6,99E-02	2,12E-04	2,64E-04	-6,28E-01

**GWP-IOBC** Global warming potential calculated according to the principle of instantanious oxidation.

### Hazardous substances

The declaration is based upon reference to threshold values and/or test results and/or material safety data sheets provided to EPD verifiers. Documentation available upon request to EPD owner.

- The product contains no substances given by the REACH Candidate list or the Norwegian priority list.
- The product contains substances given by the REACH Candidate list or the Norwegian priority list that are less than 0,1 % by weight.
- The product contain dangerous substances, more then 0,1% by weight, given by the REACH Candidate List or the Norwegian Priority list, see table.
- The product contains no substances given by the REACH Candidate list or the Norwegian priority list. The product is classified as hazardous waste (Avfallsforskitfen, Annex III), see table.

### Indoor environment






No tests have been carried out on the product concerning indoor climate - Not relevant.

### Carbon footprint

Carbon footprint has not been worked out for the product.

## Bibliography

ISO 14025:2010	Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures
ISO 14044:2006	Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines
EN 15804:2012+A2:2019	Sustainability of construction works - Environmental product declaration - Core rules for the product category of construction products. Issued 12.01.2019
ISO 21930:2007	Sustainability in building construction - Environmental declaration of building products
Johansen (2023)	Life cycle assessment (LCA) report for PC strand.  Ferrometall AS
NPCR PART A	Construction Products and Services. Version 2.0, issued 24.03.2021, EPD Norway
NPCR 013	Part B for Steel and Aluminium products. Version 4.0, issued 06.10.2021, EPD Norway
Raadal et al. (2009)	Klimaregnskap for avfallshåndtering. Fase I og II: Glassemballasje, metallemballasje, papir, papp, plastemballasje, våtorganisk avfall, treavfall og restavfall fra husholdninger. ISBN: 82- 8035-073-X.

	<b>Program Operator</b>	tlf	+47 23 08 80 00
	The Norwegian EPD Foundation Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo Norway	e-post: web	post@epd-norge.no www.epd-norge.no
	<b>Publisher</b>	tlf	+47 23 08 80 00
	The Norwegian EPD Foundation Post Box 5250 Majorstuen, 0303 Oslo Norway	e-post: web	post@epd-norge.no www.epd-norge.no
	<b>Owner of the declaration</b>	tlf	+47 32 89 10 30
	Ferrometall AS	Fax	
	Gyldenløves plass 1, 3044 Drammen Norway	e-post: web	info@ferrometall.no ferrometall.no
	<b>Author of the life cycle assessment</b>	tlf	+47 41 79 94 17
	Dan André Johansen	Fax	
	Asplan Viak AS	e-post:	asplanviak@asplanviak.no
	Abels gate 9, 7030 Trondheim, Norway	web	<a href="http://www.asplanviak.no">www.asplanviak.no</a>
	ECO Platform	web	<a href="http://www.eco-platform.org">www.eco-platform.org</a>
	ECO Portal	web	<a href="#">ECO Portal</a>

# EPD for the best environmental decision



Global  
Program  
Operator

The Norwegian EPD foundation  
[www.epd-norge.no](http://www.epd-norge.no)



---

## D EPD-Peler





# Bare HSAW Steel Pipes EAF Routed Steel

## **Environmental Product Declaration (EPD)** **In accordance with ISO14025 and EN15804+A2:2019 for** **Bare HSAW Steel Pipes EAF Routed Steel**

Manufactured by ERCİYAS ÇELİK BORU SAN. A.Ş.  
Programme: The International EPD<sup>®</sup> System  
Programme Operator: EPD International AB  
Local Operator: EPD Türkiye  
S-P Code: S-P-08782  
Publication Date: 2023-xx-xx  
Validity Date: 2028-xx-xx  
Geographical Scope: Türkiye





## CONTENT

1. PROGRAMME INFORMATION	1
2. ABOUT THE ERCİYAS	2
3. PRODUCT INFORMATION	2
4. SYSTEM BOUNDARIES & DESCRIPTION	3
5. LCA INFORMATION	5
6. LCA RESULTS	7
7. REFERENCES	9
8. CONTACT INFORMATION	10

# 1. PROGRAMME INFORMATION

The International EPD® System EPD International AB Box 210 60 SE-100 31 Stockholm, Sweden

EPD Türkiye [www.epdturkey.org](http://www.epdturkey.org) [info@epdturkey.org](mailto:info@epdturkey.org) managed and run by SÜRATAM [www.suratam.org](http://www.suratam.org)  
Nef 09 B Blok No:7/15 34415 Kagithane/Istanbul, Türkiye

ISO standard ISO 21930 and CEN standard EN 15804 serves as the core Product Category Rules (PCR) Product Category Rules (PCR): 2019:14 Version 1.2.5, Construction Products and Construction Services, EN 15804:2012 + A2:2019 Sustainability of Construction Works

PCR review was conducted by: The Technical Committee of the International EPD® System. Review chair: Claudia A. Peña, University of Concepción, Chile. The review panel may be contacted via the Secretariat [www.environdec.com/contact](http://www.environdec.com/contact).

Independent third-party verification of the declaration and data, according to ISO 14025:2006, via: EPD verification by individual verifier

Third party verifier: Prof. Ing. Vladimír Kočí, Ph.D., MBA LCA Studio Šárecká 5,16000 Prague 6 - Czech Republic

Approved by: The International EPD® System

Procedure for follow-up of data during EPD validity involves third party verifier:

Yes No

## Life Cycle Assessment (LCA)

LCA accountability: Metsims Sustainability Consulting

The EPD owner has the sole ownership, liability, and responsibility for the EPD. EPDs within the same product category but registered in different EPD programmes may not be comparable. For two EPDs to be comparable, they must be based on the same PCR (including the same version number) or be based on fully-aligned PCRs or versions of PCRs; cover products with identical functions, technical performances and use (e.g. identical declared/functional units); have equivalent system boundaries and descriptions of data; apply equivalent data quality requirements, methods of data collection, and allocation methods; apply identical cut-off rules and impact assessment methods (including the same version of characterisation factors); have equivalent content declarations; and be valid at the time of comparison.

## 2. ABOUT THE ERCIYAS

Erciyas Steel Pipe was established in Düzce in 1989 by Ahmet Kamil Erciyas with an innovative and bold vision. Since its establishment, it has been carrying out innovative studies that have always improved itself. Erciyas Steel Pipe has accomplished very important projects in national and international fields with its experience and quality staff. It offers the highest quality products and services with advanced technology applications in all sectors in which it operates. Erciyas is proud of fulfilling its country responsibilities with its contributions to the steel pipe industry, creating a corporate concept by believing in people, the environment and sustainable quality management, and exporting to many countries in more than one continent in the foreign market. Erciyas Steel Pipe, which has been developing itself continuously for many years, has proven the importance it attaches to quality and customer satisfaction with its quality certificates and accredited laboratory. Erciyas specializing in the production of Spiral Welded (HSAW) Steel Pipes has produced for many of the world's leading projects. Erciyas today, in its factory where it renews its technology and capacity continuously; It produces oil, natural gas, water and pile pipes from S235 to API 5L X120 quality, with diameters from Ø254 millimeters to Ø4064 millimeters and wall thicknesses from 4 millimeters to 35 millimeters. ERCIYAS Design and Quality Departments working with state-of-the-art equipment; While they always increase productivity and efficiency with their work, they continue to carry the steel pipe production standards further with their work on new technologies.

## 3. PRODUCT INFORMATION

### 3.1 PRODUCT DESCRIPTION

Steel Pipes has produced for many of the world's leading projects. Erciyas today, in its factory where it renews its technology and capacity continuously; It produces oil, natural gas, water and pile pipes from S235 to API 5L X120 quality, with diameters from Ø273 millimeters to Ø4064 millimeters and wall thicknesses from 4 millimeters to 35 millimeters.

ERCIYAS Design and Quality Departments working with state-of-the-art equipment; While they always increase productivity and efficiency with their work, they continue to carry the steel pipe production standards further with their work on new Technologies.

#### Oil and Natural Gas Line Pipes

Spiral HSAW steel pipes are used safely in high-pressure gas and oil lines in various countries including Europe, USA, and Canada.

The mechanical features of the steel pipes produced by Erciyas are already present in the raw material and therefore have a higher safety margin than the cold expanded pipes regarding flexibility of the material. Erciyas has extensive experience in high-strength oil and gas pipeline projects in various countries of the world.

#### Water Pipelines

The water pipes we supply on a large scale serve reliably in local and international markets. In addition to various insulation and coating possibilities for corrosion protection, we also offer a variety of pipe end connections such as welded round, cylindrical, spherical and e-joint. The diameter of the pipes we produce is between 273 mm (10 inches) and 4064 mm (160 inches), and the maximum meat thickness we can use is 35 mm (1,377 inches).

## Piling & Structural Pipes

Erciyas is capable of manufacturing and dispatching 53-meter single piece pipes. It is also possible to produce pile pipes longer than 53 meters by making an end source. Erciyas can offer various coatings for corrosion pile pipes and attachment alternatives for different designs according to customer needs. For example, lamp-tongue, strengthening rings and plates, pipe-anchors, lock hooks, etc.

### 3.2. TECHNICAL SPECIFICATIONS

Production Range	Oil, Gas, Water line pipes & Piles
Coating & Lining	Applicable
Diameter (mm)	273.1 – 4064
Thickness (mm)	4 – 35
Length	18/50
Steel Grade	S235- API 5L X120

The product UN CPC code is 4128 according to Central Product Classification (CPC) Version 2.1.

### 3.3. PRODUCT COMPOSITION

Materials Used in the Production of 1 tonne Bare HSAW Steel Pipes EAF Routed Steel.

Product Composition (% in mass)	
Flat Steel (EAF)	>99%
Others	<1%

### 3.4. PACKAGING

Ratchet strap is used for product packaging. Since the Ratchet strap is a reusable product, the packaging effect is not included.

### 3.5. CERTIFICATES

SYSTEM CERTIFICATES	PRODUCT CERTIFICATES	
ISO 9001:2015	API 5L	AD 2000 W0/HPO
TS ISO/IEC 17025	ISO 3183	AS 1579
API Q1	EN 10217	ISO 3834
ISO 14001:2015	EN 10219	ASME 31.12
ISO 45001	EN 10224	
ISO 50001	EN 10901-/2	
ISO 27001	ASTM A252	

### 3.6. PERFORMED TESTS

MECHANICAL TESTS
Optical Emission - Spectral Analysis Testing
Tensile Strength Test
V Notch Impact Test
Vickers Hardness Test
Guided Bend Test
Drop Weight Tear Test
Macro Examination Test

NDT TESTS
Visual Testing
Online and offline Automatic Ultrasonic Test
Strip Lamination Ultrasonic Test
Body Lamination Ultrasonic Test
Radioscopic Test
Magnetic Particle Test
Liquid Penetrant Test
Coating & Lining Tests

PERFORMED COATING TEST	
Density	Sieve Analysis
DSC	MFR
Hardness (Shore D) Test	Indentation Test
Cathodic Disbondment Test	Water Immersion Test
Chemical Immersion Test	Acid Mixture Test
PE/PP Tensile Test	Peel Strength Test
Powder Epoxy Gel Time Test	Powder Epoxy Cure Time Test
Powder Epoxy Particle Size Test	Powder Epoxy Density Test
Holiday Test	

PERFORMED LINING TESTS	
Cross Cut Adhesion Test	X Cut Adhesion Test
Thickness Measurement	Buchholz Hardness Test
Bending Test	Curing Test
Pinhole Test	Stripping Test
Wet Sponge Test	Pull off Adhesion Test
Density & Viscosity	Hardness (Shore D) Test

## 4. SYSTEM BOUNDARIES & DESCRIPTION

### A1 - RAW MATERIAL SUPPLY

Production starts with raw materials mainly locally sourced, but some transported from other parts of the world. 'Raw material supply' includes raw material extraction and pre-treatment processes before production. Flat steel is the main input of the process. The all steel used for the manufacturing is sourced from EAF.

### A2 - TRANSPORT

Transport information of the raw materials are provided by the manufacturer. The distances and routes are calculated accordingly.

Transport Mode	Type
Road	Vehicle: Lorry Size Class: >32 metric ton Emission Standard: EURO6 Fuel Type: Diesel
Sea	Vehicle: Container Ship DWT (Load Capacity): 43000 tonnes Fuel Type: Heavy Fuel Oil

### A3 - MANUFACTURING

The production starts with slitting of the supplied flat steel. After the slitting, production is carried out in the desired dimensions in the pipe machine with the cold forming method. Electricity and diesel is used throughout the production process. The electricity source is the Turkish electricity grid mix.

### A4 - TRANSPORT

Transport of final product to customers are considered and the routes and distances are calculated accordingly. Transport routes were provided by the manufacturer for 2022.

Transport Mode	Type
Road	Vehicle: Lorry Size Class: >32 metric ton Emission Standard: EURO6 Fuel Type: Diesel
Sea	Vehicle: Container Ship DWT (Load Capacity): 43000 tonnes Fuel Type: Heavy Fuel Oil

### C1 - DECONSTRUCTION / DEMOLITION

Steel pipes' installation and demolition stages can differ in terms of area and auxiliary equipment. This study assumes that half an hour of crane operation is performed per functional unit with a diesel mobile crane.

Parameter	Value
Fuel Consumption (Mobile Crane)	8 liters per hour
Working Time (Assumption)	30 minutes for 1 tonne of steel pipe demolition



C2 - WASTE TRANSPORT

This step includes the transport of materials after they reach their end-of-life. The average distance was assumed 100 km by truck from demolition site to a waste or recycling area.

Parameter	Value
Vehicle Type	Vehicle: Lorry Size Class: 16-32 metric ton Emission Standard: EURO5 Fuel Type: Diesel
Distance	100 km (assumption)

C3 - WASTE PROCESSING

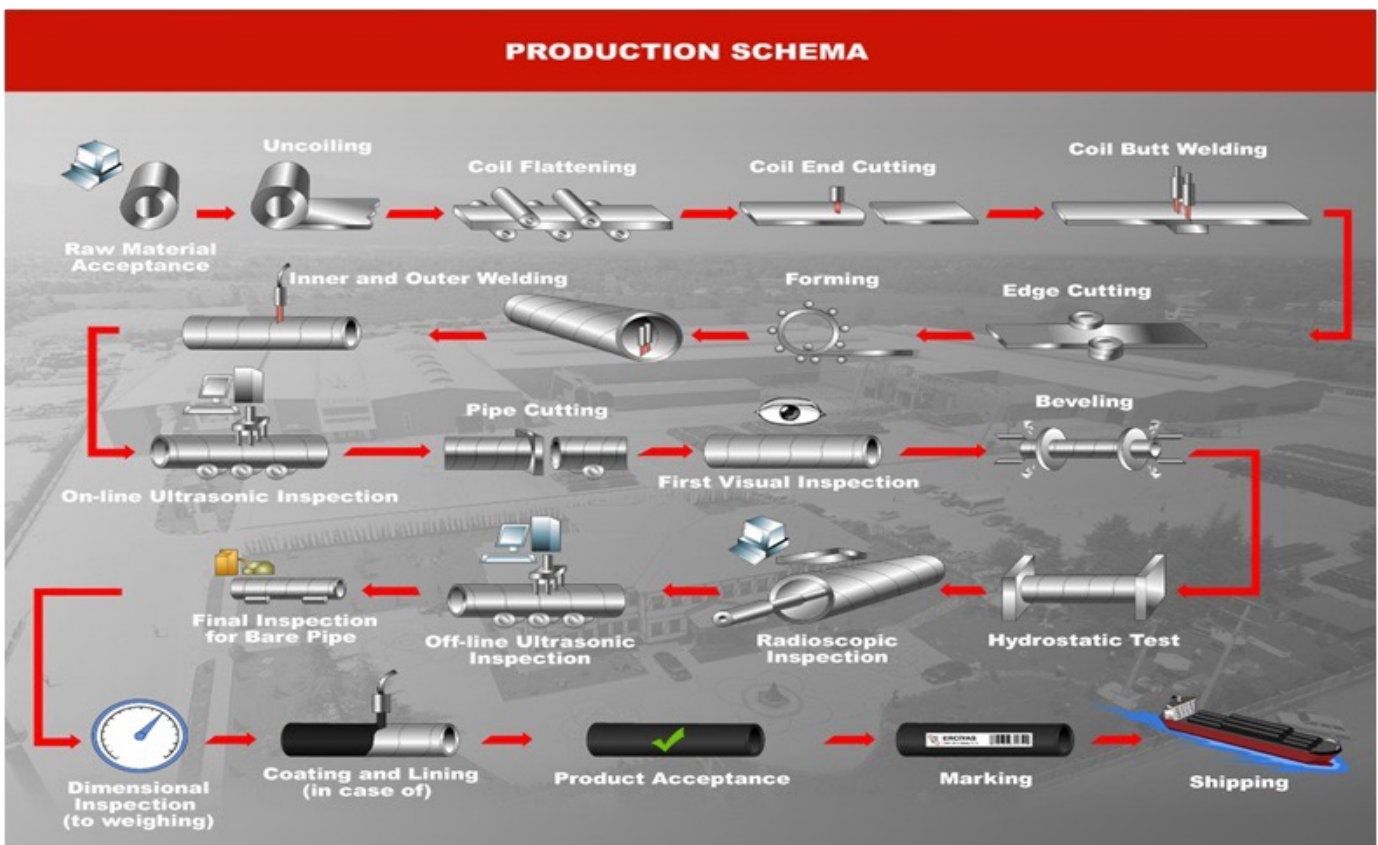
It is assumed that no waste processing is needed after the product reaches its end-of-life.

C4 – DISPOSAL STAGE

Based on the figures of World Steel Association (WSA), the recycling rate of steel is around 95%. Based on this, 95% of the steel is assumed to be recycled.

D - BENEFITS

In the production of Erciyas HSAW Steel Pipe, flat steel produced from 100% EAF is used. For this reason, the benefit of the steel raw material is already included in the production phase, there is no re-benefit.



## 5. LCA INFORMATION

Declared Unit: 1 tonne of Bare HSAW Steel Pipes EAF Routed Steel

Time Representativeness: 2022

Database(s) and LCA Software: Ecoinvent 3.9.1 and SimaPro 9.5

System Boundaries: Cradle to gate with options, modules C1–C4, module D and with optional module (A4).

	Product Stage			Construction Process Stage		Use Stage							End of Life Stage				Benefits and Loads
	Raw Material Supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction Installation	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational Energy Use	Operational Water Use	Deconstruction / Demolition	Transport	Waste Processing	Disposal	
Module	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Modules Declared	X	X	X	X	ND	ND	ND	ND	ND		ND	ND	X	X	X	X	X
Geography	GLO	GLO	TR	GLO	-	-	-	-	-	-	-	-	GLO	GLO	GLO	GLO	GLO
Specific Data Used	>90%				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variation Products	<10%			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variation Sites	0%			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



## Allocations

Water consumption, energy consumption and raw material transportation were weighted according to 2022 production figures. In addition, hazardous and non-hazardous waste amounts were also allocated from the 2022 total waste generation.

## Cut-Off Criteria

1% cut-off is applied. Data for elementary flows to and from the product system contributing to a minimum of 99% of the declared environmental impacts have been included.

## REACH Regulation

No substances included in the Candidate List of Substances of Very High Concern for authorization under the REACH regulations are present in this product either above the threshold for registration with the European Chemicals Agency or above 0.1% (wt/wt).

## LCA Modelling, Calculation and Data Quality

The results of the LCA with the indicators as per EPD requirement are given in the LCA result tables. All energy calculations were obtained using Cumulative Energy Demand (LHV) methodology, while fresh water use is calculated with selected inventory flows in SimaPro according to the PCR. There are no co-product allocations within the LCA study underlying this EPD. The regional energy datasets were used for all energy calculations. Data quality assessment is given below table.

LCA Stages	Data Type
Raw Material Supply	Generic database, plant specific data
Raw Material Transport	Generic database, plant specific data
Manufacturing	Generic database, plant specific data
Product Transport	Generic database, generic data
Demolition	Generic database, scenario and generic data
Waste Transport	Generic database, scenario and generic data
Waste Processing	-
Disposal	Generic database, scenario and generic data
Benefits and Loads	Generic database, scenario and generic data



## 6. LCA RESULTS

### Environmental Impact Category Indicators According to EN 15804 for Bare HSAW Steel Pipes EAF Routed Steel

Impact Category	Unit	A1 - A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
GWP - Fossil	kg CO2 eq	971	66.8	15.2	19.2	0	0.478	0
GWP - Biogenic	kg CO2 eq	2.19	0.014	0.002	0.005	0	1.84E-04	0
GWP - Luluc	kg CO2 eq	4.56	0.046	0.002	0.010	0	7.72E-04	0
GWP - Total	kg CO2 eq	978	66.8	15.2	19.2	0	0.479	0
ODP	kg CFC-11 eq	1.60E-05	1.16E-06	2.42E-07	2.87E-07	0	1.166E-08	0
AP	mol H+ eq	6.41	1.44	0.141	0.068	0	0.003	0
EP - Freshwater	kg P eq	0.650	0.003	4.67E-04	0.002	0	4.71E-05	0
EP - Marine	kg N eq	1.17	0.362	0.065	0.022	0	0.001	0
EP - Terrestrial	mol N eq	12.3	3.99	0.710	0.237	0	0.013	0
POCP	kg NMVOC	4.28	1.12	0.210	0.092	0	0.005	0
ADPE	kg Sb eq	0.050	1.01E-04	5.31E-06	6.14E-05	0	9.48E-07	0
ADPF	MJ	11110	877	199	270	0	9.99	0
WDP	m3 depriv.	794	2.74	0.429	1.20	0	0.342	0
PM	disease inc.	8.76E-05	3.35E-06	3.93E-06	1.53E-06	0	6.89E-08	0
IR	kBq U-235 eq	73.4	0.659	0.094	0.230	0	0.008	0
HTTP - C	CTUh	2.85E-05	2.91E-08	4.66E-09	8.69E-09	0	2.41E-10	0
HTTP - NC	CTUh	1.91E-05	3.83E-07	3.24E-08	1.94E-07	0	3.54E-09	0
SQP	Pt	3870	351	13.4	161	0	16.9	0
Acronyms	GWP-total: Climate change. GWP-fossil: Climate change- fossil. GWP-biogenic: Climate change - biogenic. GWP-luluc: Climate change - land use and transformation. ODP: Ozone layer depletion. AP: Acidification terrestrial and freshwater. EP-freshwater: Eutrophication freshwater. EP-marine: Eutrophication marine. EP-terrestrial: Eutrophication terrestrial. POCP: Photochemical oxidation. ADPE: Abiotic depletion - elements. ADPF: Abiotic depletion - fossil resources. WDP: Water scarcity. PM: Respiratory inorganics - particulate matter. IR: Ionising radiation. ETP-FW: Ecotoxicity freshwater. HTP-c: Cancer human health effects. HTP-nc: Non-cancer human health effects. SQP: Land use related impacts. soil quality.							
Legend	A1: Raw Material Supply. A2: Transport. A3: Manufacturing. A4: Transport. A5: Installation. C1: Deconstruction / Demolition. C2: Transport. C3: Waste Processing. C4: Disposal. D: Benefits and Loads Beyond the System Boundary							
Disclaimer 1*W	This impact category deals mainly with the eventual impact of low dose ionizing radiation on human health of the nuclear fuel cycle. It does not consider effects due to possible nuclear accidents, occupational exposure nor due to radioactive waste disposal in underground facilities. Potential ionizing radiation from the soil, from radon and from some construction materials is also not measured by this indicator.							
Disclaimer 2	The results of this environmental impact indicator shall be used with care as the uncertainties on these results are high or as there is limited experienced with the indicator.							

## Additional Mandatory and Voluntary Impact Category Indicators for Bare HSAW Steel Pipes EAF Routed Steel

Climate Impact								
Indicator	Unit	A1 - A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
*GHG-GWP	kg CO2 eq	978	66.8	15.2	19.2	0	0.479	0
GHG-GWP = Global Warming Potential total excl. biogenic carbon following IPCC AR5 methodology * The indicator includes all greenhouse gases included in GWP-total but excludes biogenic carbon dioxide uptake and emissions and biogenic carbon stored in the product. This indicator is thus equal to the GWP indicator originally defined in EN 15804:2012+A1:2013								
Legend		A1: Raw Material Supply, A2: Transport, A3: Manufacturing, A4: Transport, A5: Construction, C1: Deconstruction / demolition, C2: Transport, C3: Waste Processing, C4: Disposal, D: Benefits and Loads Beyond the System Boundary						

## Resource Use Indicators for Bare HSAW Steel Pipes EAF Routed Steel

Resource Use								
Indicator	Unit	A1 - A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
PERE	MJ	1864	8.50	1.13	3.44	0	0.108	0
PERM	MJ	0	0	0	0	0	0	0
PERT	MJ	1864	8.50	1.13	3.44	0	0.108	0
PENRE	MJ	11110	877	199	271	0	10.0	0
PENRM	MJ	0	0	0	0	0	0	0
PENRT	MJ	11110	877	199	271	0	10.0	0
SM	kg	992	0	0	0	0	0	0
RSF	MJ	0	0	0	0	0	0	0
NRSF	MJ	0	0	0	0	0	0	0
FW	m <sup>3</sup>	6.39	0.111	0.017	0.046	0	0.009	0
Acronyms	PERE: Use of renewable primary energy excluding resources used as raw materials, PERM: Use of renewable primary energy resources used as raw materials, PERT: Total use of renewable primary energy, PENRE: Use of non-renewable primary energy excluding resources used as raw materials, PENRM: Use of non-renewable primary energy resources used as raw materials, PENRT: Total use of non-renewable primary energy, SM: Secondary material, RSF: Renewable secondary fuels, NRSF: Non-renewable secondary fuels, FW: Net use of fresh water.							

## Output Flow Indicators for Bare HSAW Steel Pipes EAF Routed Steel

Waste & Output Flows								
Indicator	Unit	A1 - A3	A4	C1	C2	C3	C4	D
HWD	kg	1.21E-03	0	0	0	0	0	0
NHWD	kg	5.15E-02	0	0	0	0	0	0
RWD	kg	0	0	0	0	0	0	0
CRU	kg	0	0	0	0	0	0	0
MFR	kg	0	0	0	0	0	950	0
MER	kg	0	0	0	0	0	0	0
EE (Electrical)	MJ	0	0	0	0	0	0	0
EE (Thermal)	MJ	0	0	0	0	0	0	0
Acronyms	HWD: Hazardous waste disposed, NHWD: Non-hazardous waste disposed, RWD: Radioactive waste disposed, CRU: Components for reuse, MFR: Material for recycling, MER: Materials for energy recovery, EE (Electrical): Exported energy electrical, EE (Thermal): Exported energy, Thermal.							



## 7. REFERENCES

- GPI/ General Programme Instructions of the International EPD® System. Version 4.0. EN ISO 9001/ Quality Management Systems - Requirements EN ISO 14001/ Environmental Management Systems - Requirements
- EN ISO 50001/ Energy Management Systems - Requirements ISO 14020:2000/ Environmental Labels and Declarations — General principles
- EN 15804:2012+A2:2019/ Sustainability of construction works - Environmental Product Declarations — Core rules for the product category of construction products
- ISO 14025/ DIN EN ISO 14025:2009-11: Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations — Principles and procedures
- ISO 14040/44/ DIN EN ISO 14040:2006-10, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework (ISO14040:2006) and Requirements and guidelines (ISO 14044:2006) PCR 2019:14 Construction products (EN 15804:A2) (1.2.5) prepared by IVL Swedish Environmental Research Institute, EPD International Secretariat, date 2022-11-01.
- The International EPD® System/ The International EPD® System is a programme for type III environmental declarations, maintaining a system to verify and register EPD@s as well as keeping a library of EPD@s and PCRs in accordance with ISO 14025.  
[www.environdec.com](http://www.environdec.com)
- Ecoinvent / Ecoinvent Centre, [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org)
- SimaPro/ SimaPro LCA Software, Pré Consultants, the Netherlands, [www.pre-sustainability.com](http://www.pre-sustainability.com)
- Metsims/ [www.metsims.com](http://www.metsims.com)
- Erciyas Steel Pipe/ <https://erciyas.com/erciyas-celik-boru/>



## 8. CONTACT INFORMATION

<b>Programme</b>	The International EPD® System <a href="http://www.environdec.com">www.environdec.com</a>	
<b>Programme operator</b>	<p>EPD International AB Box 210 60 SE-100 31 Stockholm, Sweden <a href="http://www.environdec.com">www.environdec.com</a> <a href="mailto:info@environdec.com">info@environdec.com</a></p> 	<p>EPD registered through fully aligned regional programme: EPD Türkiye <a href="http://www.epdturkey.org">www.epdturkey.org</a> <a href="mailto:info@epdturkey.org">info@epdturkey.org</a> SÜRATAM A.Ş. Nef 09 B Blok No:7/15, 34415 Kağıthane / İstanbul, TÜRKİYE <a href="http://www.suratam.org">www.suratam.org</a></p> 
<b>Owner of the declaration</b>	<p>Erciyas Steel Pipe</p> 	<p>Erciyas Çelik Boru San. A.Ş. D-100 Karayolu, Kirazlı Köyü Mevkii 81100, Düzce – Türkiye <a href="http://www.erciyas.com">www.erciyas.com</a> /<a href="http://erciyas-celik-boru/">erciyas-celik-boru/</a></p>
<b>LCA practitioner and EPD design</b>	<p>Metsims Sustainability Consulting</p> 	<p>Türkiye: Nef 09 B Blok No:7/46-47 34415 Kağıthane/İstanbul, TÜRKİYE +90 212 281 13 33</p> <p>The United Kingdom: 4 Clear Water Place Oxford OX2 7NL, UK 0 800 722 0185 <a href="http://www.metsims.com">www.metsims.com</a> <a href="mailto:info@metims.com">info@metims.com</a></p>





