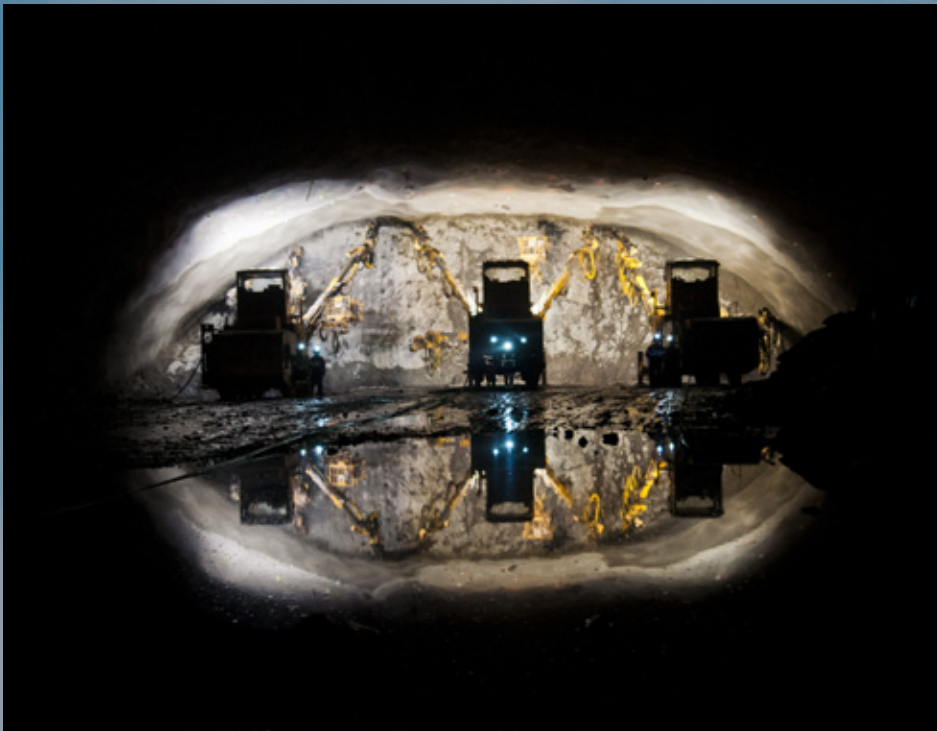




Anbefalte retningslinjer for utarbeidelse av miljøbudsjett og miljøregnskap for tunneler



NFFs tekniske rapporter er utarbeidet av fagpersoner oppnevnt av utviklingskomiteen i NFF. Innholdet er i samsvar med kjent viten på det tidspunkt redigering ble avsluttet. Feil eller mangler kan likevel forekomme. NFF, forfattere eller fagkomiteen har intet ansvar for eventuelle feil eller mangler i rapporten og mulige konsekvenser av disse.

Det forutsettes at rapporten benyttes av kompetente, fagkyndige personer med forståelse for de begrensninger og forutsetninger som legges til grunn.

© Norsk Forening for Fjellsprengringsteknikk - NFF

ISBN 978-82-92641-33-0

Forord

Etter initiativ fra NFF ble det nedsatt en prosjektkomité for systematisering av arbeid med miljøbudsjett og miljøregnskap.

Målsetting er å etablere et sett retningslinjer basert på en felles forståelse og oppfatning om utarbeidelse av miljøbudsjett og miljøregnskap. Fokus er samferdselstunneler i berg og med høye krav til sikkerhet og utførelse.

Komiteen har hatt følgende mandat:

Hensikten med arbeidet er å legge grunnlaget for enkle og felles retningslinjer for utarbeidelse av miljøbudsjett- og regnskap av tunnel i fjell og dermed sette fokus på og sikre reduksjon av betydelige miljøpåvirkninger. Dette gjøres ved å beskrive og identifisere miljøpåvirkninger i de ulike prosjektprosesser og hvordan og når disse bør håndteres i et miljøbudsjett- og regnskap. Dette omfatter hovedsakelig prosjektprosessene som starter etter at trasé er valgt og frem til ferdigstilling av byggearbeidene. I tillegg skal det gis overordnede retningslinjer for de vurderinger som bør gjøres i forbindelse med trasévalg og drift. Arbeidet skal fokusere på klimagassutslipp, men det skal også synliggjøres andre miljøparametere av betydning.

Arbeidet med rapporten startet opp høsten 2013 og ble ferdigstilt høsten 2014. Prosjektkomiteen har gjennomført seks arbeidsmøter i perioden.

Komiteen har bestått av Oddbjørn Dahlstrøm (Asplan Viak AS), Rolf André Bohne (Institutt for bygg, anlegg og transport ved NTNU), Håvard Kjerkol (Jernbaneverket), Henning Fjeldheim (Skanska Teknikk), Karl Sigurd Fredriksen (Statens Vegvesen), Roar Sve (Skanska), Per Erik Svendsrud (TIPP nett) og Nina P. Borvik (Skanska Teknikk).

Takk til prosjektgruppen for vel gjennomført arbeid.

**Norsk Forening for Fjellsprenningsteknikk NFF
Utviklingskomiteen**

November 2014

Sammendrag

I nasjonal transportplan fokuserer regjeringen på miljøvennlige transportløsninger. For å realisere dette må bransjen være med på å stille krav og bidra til mer miljøvennlige løsninger innen infrastruktur og samferdsel. BREEAM- NOR er blitt en anerkjent miljøsertifisering for bygg. Anleggsbransjen har per i dag ingen slik offisiell miljøsertifisering for infrastruktur. Det er likevel økende interesse i anleggsbransjen for miljøriktig bygging. Dette omfatter mer enn å samarbeide om utviklingen av ny teknologi. Det vil være avgjørende å etablere krav til at miljøpåvirkning blir en styrende parameter i prosjektene. Byggherren må stille krav om dette allerede i tidligfase. Disse må involvere både rådgivere og entreprenører og bli videreført gjennom hele prosjektets livsløp. Kontrakts festing av kravene vil være avgjørende for suksessoppnåelse av målsetningen. Dagens kontraktsnormer vil utfordres for at det skal være mulig å realisere målsetningene. For eksempel kan insitamentsløsninger oppfordre til tettere samarbeid mellom aktørene. Det må legges til rette for insentiver som gjør det lønnsomt å gjennomføre prosjektene med lavest mulig forbruk av ressurser. Helhetlig tekning er nødvendig for å oppnå best resultat. Påvirkningsmulighetene til å redusere miljøpåvirkningene for prosjekter er størst tidlig i planlegningen.

I denne rapporten er det utarbeidet anbefalte retningslinjer for utarbeidelse av miljøbudsjett og miljøregnskap for tunneler. Fokuset har vært på samferdselstunneler i fjell, men prinsippene kan brukes på alle typer tunneler. Det er lagt stor vekt på hvordan å identifisere og påvirke de delene av tunnelprosjektet som har størst betydning på den totale miljøpåvirkningen. Arbeidet er basert på erfaringene fra miljøbudsjettet for Follobanen. Denne rapporten er ment som en start, og vil trolig revideres etter at erfaringer rundt temaet er opparbeidet. Klimagassutslipp målt i CO₂-ekvivalenter har vært hovedfokuset, men det er viktig å vurdere hvilke andre typer miljøpåvirkninger som er relevante for prosjektet og også ta med disse i vurderingen. Det har vært et kriterium at systemet skal være enkelt og godt egnet til å utvide slik at det kan omfatte andre deler av samferdselsprosjekter utover kun tunneler som er fokuset for retningslinjene i denne rapporten. Systemet er bygget opp av følgende prosesser:

1. Miljøbudsjett i tidligfase
2. Identifisering av tiltak for å redusere miljøpåvirkningen
3. Registrering av mengder og miljøinformasjon i byggefasen
4. Miljøregnskap basert på faktiske mengder og miljøinformasjon

Miljøbudsjett og miljøregnskap er i sin enkelhet en sammenstilling av alle medgåtte mengder multiplisert med en faktor for å kvantifisere miljøpåvirkning. Miljøbudsjett blir utarbeidet i tidligfase med generiske faktorer, altså bransje referanser, og tiltenkte mengder. Miljøregnskapet blir utarbeidet med faktiske mengder og spesifikke utslippstall hentet fra for eksempel en miljødeklarasjon (EPD). Det er ikke definert et datagrunnlag i dette arbeidet fordi det per dags dato ikke finnes gode generiske verdier for norsk bransje. De fleste tilgjengelige databaser på dette området gir generiske verdier for Europa. Det er opp til byggherre å definere sitt eget datagrunnlag for miljøbudsjettet. Forhåpentligvis vil et økt fokus på miljøbudsjett- og regnskap drive frem felles generiske verdier for de mest vanlige byggematerialene i Norge.

Beregninger av miljøbudsjett- og regnskap kan gjennomføres i flere verktøy med varierende grad av kompleksitet, for eksempel Excel. Retningslinjene må følges uavhengig av verktøy slik at beslutninger baseres på et grunnlag som ivaretar et mest mulig helhetlig bilde av konsekvensene av ulike

alternativer. Dette vil sikre at miljøriktige løsninger blir valgt. Rapporten gir derfor en enkel fremstilling av retningslinjer og enkle oppsett som gjør miljøbudsjett- og regnskap for tunneler brukervennlige og sammenlignbare. En liste med anbefalte ressurser som må være med i et miljøbudsjett og -regnskap er presentert i et vedlegg, og skal omfatte de ressursene som er av størst betydning (utgjør mer en 1 % av det totale utslippet av klimagasser). Alle prosjekter har ulike forutsetninger, så det vil ikke være mulig å gi noen generelle anbefalinger på hvilke løsninger som er de mest miljøvennlige.

Hovedfokuset er på selve bygging av tunneler, og det skilles ikke på vei- og jernbanetunneler. Den fysiske systemgrensen er satt til å gjelde alle ressurser til deler og delprosesser av tunnel utenom forsterkningslag. Tekniske installasjoner er eksempelvis ikke regnet med. Likefullt oppfordres det til at dette inkluderes dersom det skal gjennomføres miljøbudsjett og -regnskap for komplette samferdselsprosjekter som omfatter mer enn selve tunnelen.

Statens vegvesen og Jernbaneverket har startet å utarbeide miljøbudsjett og -regnskap for noen få pilotprosjekter. Eksempelvis har Jernbaneverket utarbeidet et miljøbudsjett for Follobanen. Hovedresultatene fra dette arbeidet viser at materialer til tunnelens hovedløp utgjør 50% av det totale klimagassutslippet. Transport av masser utgjør 10% av det totale klimagassutslippet. Hovedresultatet for materiale for bare hovedløpet drevet med TBM viser at betong og stål står for til sammen 80 % av utslippene. Bidraget til stål vil variere med mengde medregnet resirkulert stål. For konvensjonell metode utgjør betongen 60% av utslippene og sprøytebetongen 20%, mens sprengstoff er ansvarlig for 8% av utslippene. Resultatene fra miljøbudsjettet for Follobanen viser at materialer har det største bidraget til det totale utslippet av klimagasser, mens transport utgjør en betydelig men mindre del. Hvor mye disse faktorene bidrar vil variere fra prosjekt til prosjekt. Den mest effektive måten å redusere utslippene knyttet til materialbruk er å stille krav og stimulere til optimalisert forbruk av ressurser over livsløpet på et tidlig stadium av prosjektet. Her har de prosjekterende et stort ansvar for å tenke nytt og finne konsepter som fremmer miljøriktige løsninger som samtidig sikrer sikkerhet og bestandighet. Dersom disse føringene er lagt riktig, kan det gjøres ytterligere tiltak under bygging som fremmer redusert forbruk av ressurser, gjenbruk og bruk av miljøvennlige materialer.

Det er også beskrevet hensyn som påvirker transport. Ofte blir massene fra tunnelene kjørt til et deponi uten adressert gjenbruk. Ved å knytte behovet for masser og behovet for deponering av masse sammen kan transportavstanden reduseres. Massene kan kjøres direkte til bruksstedet, uten å gå innom en mellomagripingsplass. Jo nærmere uttaket er bruksstedet, jo større potensial er det i reduserte utslipp av klimagasser. Dette krever samarbeid mellom ulike aktører, at massene er sortert og av tilfredsstillende kvalitet samt at massetransporten blir styrt etter behov og ikke er forhåndsbestemt. Foruten å identifisere og beskrive viktig miljøpåvirkninger innen materialbruk og transport gir rapporten et innblikk i optimalisering innen:

- Driving av tunnel med TBM og konvensjonell metode
- Vann og frostsikring med elementer, full utstøpning og PE-skum
- Sikringsarbeider med sprøytebetong og injeksjonsarbeid
- Generell produksjon som anleggsveier og maskiner

Sist i rapporten følger det eksempler på hvordan byggherren kan stille krav til entreprenøren.

Innhold

Forord	ii
Sammendrag	iii
1. Innledning	- 1 -
2. Miljøbudsjett og -regnskap	- 3 -
2.1 Hva er hensikten med et miljøbudsjett og -regnskap?	- 3 -
2.2 Hva er et miljøbudsjett og -regnskap?	- 3 -
2.3 Effektkategorier	- 4 -
2.4 Datagrunnlag og simuleringsprogram og -verktøy	- 4 -
3. Metodikk	- 5 -
3.1 Deklarert enhet	- 5 -
3.2 Systemgrenser	- 5 -
3.3 Beregningsperiode og levetider	- 6 -
3.4 Datakvalitet	- 6 -
3.5 Effektkategorier	- 7 -
3.6 Rapportering av miljøbudsjett	- 8 -
4. Prosess for gjennomføring av miljøbudsjett og regnskap	- 9 -
4.1 Hele prosessen med miljøpåvirkninger	- 9 -
4.1.1 Konsept	- 9 -
4.1.2 Hovedplanfase	- 10 -
4.1.3 Detaljplanfase og byggeplan	- 11 -
4.1.4 Ferdigstillelse	- 12 -
4.2 Gjennomføring av miljøbudsjett og miljøregnskap	- 12 -
5. Eksempler	- 14 -
5.1 Hovedresultater	- 15 -
5.2 Tunnel hovedløp med bruk av TBM	- 17 -
5.3 Tunnel hovedløp med konvensjonell metode	- 19 -
5.4 Tunneltversnitt vs. elektrisitetsforbruk til togframføring	- 21 -
6. Miljøpåvirkninger for tunnel	- 22 -
6.1 Drivemetode	- 23 -
6.1.1 Konvensjonell drift	- 23 -
6.1.2 Tunnelboremaskin (TBM)	- 24 -
6.1.3 Gjenbruk av masser for konvensjonellmetode og TBM	- 25 -
6.2 Sikring	- 25 -

6.2.1 Injeksjonsarbeid	- 25 -
6.2.2 Sikringsarbeid	- 26 -
6.3 Vann- og frostsikring	- 27 -
6.3.1 Element	- 27 -
6.3.2 Full utstøpning.....	- 27 -
6.3.3 PE-Skum.....	- 28 -
6.4 Verktøy og produksjon	- 29 -
6.4.1 Transport til og fra byggeplassen	- 29 -
6.4.2 Anleggsvei.....	- 29 -
6.4.3 Maskiner	- 30 -
6.4.4 Masser og transport av masser	- 30 -
7 Hvordan stille miljøkrav til entreprenør.....	- 35 -
Referanser	- 36 -
Vedlegg.....	- 36 -

Figurliste

FIGUR 1 INPUTS OG OUTPUTS FOR HVER DELPROSESS.....	3 -
FIGUR 2 ILLUSTRASJON AV HVORDAN MILJØBUDSJETT KAN BRUKES FOR Å PLANLEGGE MILJØRIKTIG PROSJEKTERING OG UTBYGGING AV JERNBANE	10 -
FIGUR 3 EKSEMPEL FRA JERNBANEVERKET PÅ NÅR OG HVORDAN BYGGHERREN SKAL STILLE KRAV TIL AKTØRENE I HELE BYGGEPROSESSEN	12 -
FIGUR 4 TOTALE UTSLEPP FOR UTBYGGING, FORDELT PÅ TUNNELS ULIKE ELEMENTER. AVGREININGER OG INNFØRING, INKLUDERER INNFØRING AV ØSTFOLDBANEN	15 -
FIGUR 5 TOTAL MILJØPÅVIRKNING FRA JERNBANETUNNEL - HOVEDLØP, DREVET MED TBM, FORDELT PÅ INNSATSAKTØRENE. INNSATSAKTØRENE MED ET RESULTAT PÅ MINDRE ENN 2 % I FORHOLD TIL TOTALEN, FOR ALLE MILJØKATEGORIER ER IKKE INKLUDERT.	17 -
FIGUR 6 TOTALE MILJØPÅVIRKNINGER FRA JERNBANELINJE - HOVEDLØP, KONVENJONELL METODE, FORDELT PÅ INNSATSAKTØRENE. INNSATSAKTØRENE MED ET RESULTAT PÅ MINDRE ENN 2 % I FORHOLD TIL TOTALEN, FOR ALLE MILJØKATEGORIER ER IKKE INKLUDERT	19 -
FIGUR 7 SAMMENLIKNING AV ALTERNATIVE TVERRSNITT MED TILHØRENDE MATERIALMENGDER OG KONSUM AV KJØRESTRØM FOR 12 TOG/TIME. ELEKTRISITETSMENGDER ER BEREGNET MED METODE - DRESDEN. TILLEGGSSTUNNELER OMFAFTER TVERRSLAG, TVERRFORBINDELSER ETC. DISSE ER ANTATT LIKE UAVHENGIG AV TVERRSNITT FOR HOVEDLØP.	21 -
FIGUR 8 DRIVEMETODE, SIKRING OG VANN- OG FROSTSIKRING, SAMT VERKTØY OG PRODUKSJON ER VIKTIGE FOKUSOMRÅDER I ET MILJØBUDSJETT OG -REGNSKAP.	22 -
FIGUR 9 KONVENJONELL DRIFT	23 -
FIGUR 10 DRIVING MED TBM [KILDE: CROSSRAIL]	24 -
FIGUR 11 LØSNING MED ELEMENTER	27 -
FIGUR 12 LØSNING MED FULL UTSTØPNING.....	28 -
FIGUR 13 LØSNING MED PE-SKUM.....	29 -
FIGUR 14 USORTERTE MASSER	32 -
FIGUR 15 SORTERING AV MASSENE PÅ EN TIPP.....	33 -
FIGUR 16 MECTALFES LOV. 5 PERSONER KAN HAR 10 MULIGE FORBINDELSER, MEN ØKES DET TIL 10 PERSONER BLIR DET 45 MULIGE FORBINDELSER.	34 -

Tabelliste

TABELL 1 EKSEMPLER PÅ DATABASESOM KAN VÆRE NYTTIGE KILDER TIL INFORMASJON FOR Å KVANTIFISERE NEGATIV MILJØPÅVIRKNING FRA FORBRUK AV ULIKE RESSURSER. TABELLEN ER I ER FRITT GJENGITT ETTER INTERNATIONAL EPD SYSTEM (2014A)/ (2014B).....	7 -
TABELL 2 DEFINERER ET UTVALG AV MILJØPÅVIRKNINGER SOM VURDERES SOM MEST AKTUELLE FOR MILJØBUDSJETT.....	8 -
TABELL 3 NÅR OG HVORDAN BYGGHERREN SKAL STILLE KRAV TIL AKTØRENE I HELE BYGGEPROSESSEN.....	13 -
TABELL 4 HOVEDRESULTATER FRA MILJØBUDSJETTET FOR FOLLOBANEN	16 -
TABELL 5 HOVEDRESULTATER FOR MATERIALER FOR HOVEDLØPET MED TBM	18 -
TABELL 6 HOVEDRESULTATER FOR MATERIALER FOR HOVEDLØPET MED KONVENJONELL METODE.....	20 -
TABELL 7 ANBEFALTE FOKUSOMRÅDER FOR ALLE AKTØRER	35 -

Begreper

PCR – Product Category Rules – Produktkategoriregler

EPD – Environmental Product Declaration – Miljødeklarasjon (epd-norge.no)

LCC – Life-cycle cost – Livsløpskostnader

LCA – Life-cycle assessments – Livsløpsvurdering

BREEAM NOR – Frivillig miljøsertifisering for bygg som administreres av NGBC (ngbc.no)

CEEQUAL – Frivillig miljøsertifisering for anlegg administreres av CEEQUAL (ceequal.com)

TBM – Tunnel boring machine - Tunnelboremaskin

Se vedlegg 1 for nærmere beskrivelse av begreper brukt i rapporten.

1. Innledning

Regjeringen legger i nasjonal transportplan 2014-2033 til grunn at fremtidige transportløsninger skal være mer miljøvennlige enn i dag. Store infrastruktur prosjekter generelt, og særlig veitransport påvirker det ytre miljøet i stor grad. Påvirkningene er i rask endring med introduksjon av ny teknologi. Endringene vil i betydelig grad påvirke de negative miljøpåvirkningene fra infrastruktur-prosjekter, og bør derfor vurderes i en tidlig fase av utviklingen, slik at beslutninger kan gjøres på et best mulig grunnlag. Et godt beslutningsgrunnlag vil sikre en riktig seleksjon av prosjekter, samt at prosjektene gjennomføres på en god måte.

Påvirkningsmuligheten til å redusere negative miljøpåvirkninger for prosjekt er størst tidlig i planleggingen.

I store utbyggingsprosjekter er det viktig å legge til rette for kunnskapsbaserte beslutninger. Dette behovet er særlig stort når premissene for beslutningene er i rask endring. I hver prosjektfase vil miljøbudsjett og miljøregnskap være en viktig del av et beslutningsgrunnlag og vil kunne hjelpe beslutningstakere til å optimalisere infrastrukturprosjekter for en bedre og mer robust utforming.

Robust utforming er svært viktig, da mange fremtidige infrastrukturanlegg er planlagt gjennom de områdene i Norge som blir mest berørt av klimaendringer. Disse endringene vil påvirke både design og konstruksjon av infrastrukturanlegg, samt drift og vedlikehold av disse.

Bærekraftighet er et tema som har fått høy prioritet. Det er et omfattende begrep. For å definere hva bærekraft er og implementere dette i ulike bransjer, er det etablert sertifiseringsordninger. I 2011 ble BREEAM-NOR innført som et felles sertifiseringssystem for bygninger av bransjen selv. Etter innføringen har mange prosjekter ønsket å oppnå sertifisering på grunn av at dette blir etterspurt i markedet. Det finnes et tilsvarende sertifiseringssystem for anleggsprosjekter kalt CEEQUAL. Dette har etablert seg blant annet i Sverige. Det er sannsynlig at anleggsprosjekter i Norge også vil ønske en slik sertifisering.

CEEQUAL ordningen er bygget opp slik at man samler poeng for tiltak som implementeres for å redusere prosjektets negative miljøpåvirkning og oppnår ulike karakterer deretter. Ved å utarbeide et miljøbudsjett for et tunnelprosjekt i henhold til denne veiledningen vil man kunne oppnå inntil 28 poeng dersom prosjektets hovedmaterialer har miljødeklarasjon (EPD). Gjennom å identifisere og implementere ressursbesparende tiltak på bakgrunn av miljøbudsjettet, slik som det er lagt opp til i veiledningen, vil man indirekte kunne hente ytterligere poeng.

Klimagassberegninger for bygg og byggeprosjekter utarbeides ved bruk av miljøverktøyet klimagassregnskap.no som er en gratis web-basert modell for klimagassberegninger for bygg og byggeprosjekter. Ut fra oppnådd reduksjon klimagassene tildeles poeng i BREEAM NOR, alternativt er det satt prosjektspesifikke reduksjonsmål som et kriterium i pilotprosjekter i utviklingsprogrammene. Modellen brukes både i planleggingsfasen og som dokumentasjonsverktøy.

Miljøbudsjett- og regnskap er mindre kjent innen anlegg og samferdsel. Målet med denne rapporten er å lage et sett med felles regler som gjør at miljøbudsjetter og – regnskap for tunneler skal bidra til å forbedre miljøprestasjoner og økonomi og gjøre det mulig å sammenligne ulike løsninger.

Anleggsbransjen har per i dag få initiativer for å gjennomføre miljøberegning slik det er for bygg. Derfor må byggherrer i anleggsbransjen ta ansvar og stille krav til miljøberegninger allerede i tidligfase i prosjektene. Målsetningene er å utarbeide felles retningslinjer for klimaberegninger for tunneler, som er basert på regelverk som definerer et brukervennlig oppsett og rammer, slik at det blir enkelt å bruke for byggherre, entreprenører og rådgivere. Prosjektrapporten skal kunne tas i bruk av alle, men det anbefales faglig kompetanse for å gjøre riktige miljøvalg spesielt i prosjekter med høye miljøambisjoner. Målsetninger er også at byggherrer skal kunne sette enkle og forståelige krav til reduksjon av klimagassregnskap i konkurransegrunnlag og bidra til en mer miljøvennlig bransje.

Som indikator for klimapåvirkning er det valgt CO₂-ekvivalenter, som også er den indikatoren som er valgt for klimagassberegninger for bygg. Det er lagt stor vekt på hvordan det er mulig å identifisere og påvirke de delene av tunnelprosjektet som har størst betydning på det totale klimagassutslippet. Mye av prosjektrapporten er basert på tidligere arbeider med miljøbudsjett for Follobanen. Prosjektrapporten inneholder også konkrete eksempler på hvor det lønner seg å sette fokus og hvilke tiltak som kan gi besparelser for miljøet. Revisjoner og endringer i retningslinjene er forventet etter at de er blitt tatt i bruk, og det er også ønske om at de etter hvert skal utvides til å gjelde for mer enn bare tunneler.

2. Miljøbudsjett og -regnskap

2.1 Hva er hensikten med et miljøbudsjett og -regnskap?

Muligheten til å begrense negativ miljøpåvirkning er stor i planlegging og gjennomføring av tunneller og infrastrukturprosjekter.

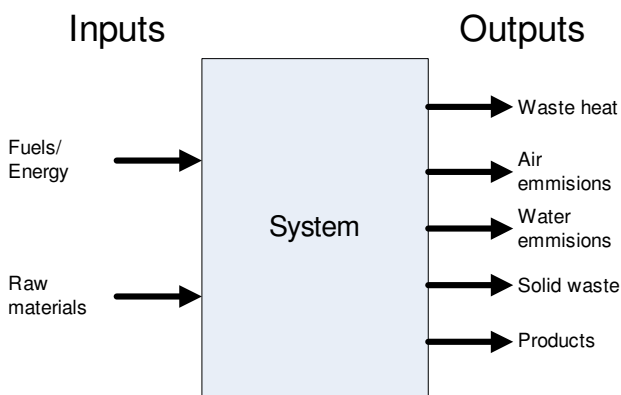
Miljøbudsjett- og regnskap er avgjørende for å utløse dette potensialet. Miljøbudsjettet hjelper til med å avdekke aspektene ved prosjektene som har mest å si for dets miljøpåvirkning allerede i planleggingsfasen. Slik blir viktige problemstillinger løftet opp på agendaen og håndtert tidlig i planleggingen hvor påvirkningsmulighetene er størst. Miljøregnskapet bidrar med å følge opp målsetningene fra planleggingen under gjennomføring. I etterkant vil resultatene fra miljøregnskapet være verdifull erfaringsoverføring til nye prosjekter og gjøre det enklere å identifisere viktige miljøaspekter.

De gode løsningene for å redusere negative miljøpåvirkninger identifiseres ved en kombinasjon av inngående teknisk kunnskap om infrastrukturprosjekter og erfaring fra å identifisere de viktige miljøaspektene for prosjektet.

Reduksjon av utslipp av blant annet klimagasser bør være en del av prosjektets krav til ytre miljø. Eventuelt krav om gjennomføring av miljøbudsjett, og hvordan resultatene fra dette skal videreføres gjennom prosjektering og til konkurransegrunnlaget eksempelvis miljøkrav til materialer, kan derfor kobles til prosjektets miljøprogram (MP), miljøoppfølgingsplan (MOP) og plan for Ytre Miljø (YM-plan).

2.2 Hva er et miljøbudsjett og -regnskap?

Det regnetekniske prinsippet for miljøbudsjett og -regnskap baseres på en standardisert metode kalt livsløpsvurdering (LCA). Oppsummert handler det om å beskrive prosjektet gjennom å kartlegge alle delprosesser og deres forbruk av ressurser i løpet av dets livsløp med fysiske størrelser. Figur 1 illustrerer hva som registreres for hver delprosess.



Figur 1 Inputs og Outputs for hver delprosess

De registrerte mengdene multipliseres deretter med utslippsfaktorer, og samles i effektkategorier, se avsnitt 3.3.

For å sikre en mest mulig enhetlig utarbeiding av miljøbudsjetter og -regnskap må følgende regler i standarder for LCA følges ved utarbeidelse:

- NS - ISO 14040:2006 - "Miljøstyring – Livsløpsvurderinger - Prinsipper og rammeverk"
- NS - ISO 14044:2006 - "Miljøstyring – Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer"

2.3 Effektkategorier

En effektkategori, også kalt miljøindikatorer, er en miljøpåvirkning samlet i en felles målbar enhet, og kan eksempelvis være klimagassutslipp målt i CO₂-ekvivalenter. Det er nyttig å regne om effekten av forbruk av ulike ressurser til en slik felles enhet fordi det gjør det mulig å sammenligne og summere forbruk av ressurser som i utgangspunktet er ulike. Bidragene til hver effektkategori summeres for å angi den totale belastningen over livsløpet.

Forbruk av ressurser kan ha ulike miljøeffekter som ikke kan sammenlignes direkte på vitenskapelig grunnlag. Et eksempel på dette er at effekten av utslipp av klimagasser ikke har noen direkte relasjon til effekten av utslipp av helse- og miljøfarlige stoffer. Disse må derfor presenteres separat som ulike effektkategorier.

Se avsnitt 3.5 for nærmere beskrivelse av effektkategorier.

2.4 Datagrunnlag og simuleringsprogram og -verktøy

Eksempler på simuleringsverktøy som kan være nyttige for gjennomføringen av miljøbudsjett og -regnskap er listet opp under. Listen er ikke uttømmende. Simuleringsprogram og -verktøy gir tilgang til databaser, som eksempelvis Ecoinvent, og som lar prosjekter samle, behandle og tolke utslipp fra livsløpet til produkter og tjenester.

Simuleringsprogram og verktøy:

- **Microsoft Excel:** Anbefales til å gjøre enkle analyser, sammenstille tilgjengelig data og lage figurer og grafer. Eksempel på en enkel oppstilling er vist i vedlegg 2.
- **Simapro:** Utviklet av PRé, Nederland
- **Gabi:** Utviklet av PE International, Tyskland
- **Umberto:** Utviklet av ifu Hamburg GmbH, Tyskland

Se avsnitt 3.4 Datakvalitet for eksempler på databaser.

3. Metodikk

Systemgrense og reglene for de fellesretningslinjene presentert er i tråd med dokumentene listet nedenfor.

- JERNBANEVERKET (2012): Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur - Pilot Follobanen (Dokumentnummer UOS-OO-A-90020)
- PCR: UN CPC 53212 RAILWAYS
- PCR: UN CPC 53211 HIGHWAYS (EXCEPT ELEVATED HIGHWAYS), STREETS AND ROADS

Disse dokumentene er offentlig tilgjengelige.

3.1 Deklarert enhet

For å beskrive prosjektet benyttes en deklart enhet. De totale klimagassutslipp og annen miljøpåvirkning relateres til denne.

I henhold til PCR for både vei og jernbane så er deklart enhet *km infrastruktur pr år*. Anbefalt deklart enhet for tunnel er derfor *km tunnel*år*. Det må presiseres skriftlig som tilleggsinformasjon om dette eksempelvis gjelder en vei med to felter eller et spor.

Det anbefales i tillegg å rapportere *totale klimagassutslipp og annen miljøpåvirkning*, samt *NOK totalkostnad inkl. mva.* for tunnel for å få et utvidet perspektiv av den negativ miljøpåvirkningen.

3.2 Systemgrenser

Prosjektrapporten omhandler tunneler i fjell, og det skilles ikke på vei og jernbanetunneler. Fysisk er derfor systemgrensen satt til å gjelde alle resurser til deler og delprosesser av tunnel til og med forsterkningslag. Slitelaget og de tekniske installasjonene regnes ikke med. Asfalt, jernbanesviller, skinner etc. er typiske eksempler og dekkes ikke i dette dokumentet. Dette må behandles i det totale miljøbudsjett og -regnskap i det enkelte prosjektet. For eksempler se Jernbaneløpnetts veileder for utarbeidelse av miljøbudsjett eller nevnt PCR for jernbane og for vei, se avsnitt 3.1.

Mao. settes systemgrensen ved tunnelanlegget, med det menes alt som er nødvendig for å bygge en tunnel. Dette inkluderer anleggsplannen, midlertidig ventilasjonsanlegg, tverrforbindelser, tverrslag, eventuelle rømnings tunneler og midlertidige konstruksjoner. Alle aktiviteter innenfor systemgrensen skal medregnes.

Alle delprosesser som teller mer enn 1% av de totale negative miljøpåvirkningene skal dokumenteres. Erfaringsmessig tilsier dette at mer enn 90% av de samlede negative miljøpåvirkningene dokumenteres. I vedlegg 3 er det listet faktorer som dekker mer enn 1% i henhold til PCR, og det anbefales at disse faktorene blir inkludert i miljøbudsjettet og miljøregnskapet.

Transport av materialer til og fra tunnelanlegget skal medregnes, mens transport av personell holdes utenfor. For å begrense omfanget av datainnsamling anbefales det at transport registreres gjennom forbruk av drivstoff til dette formålet. Dette utelater produksjon, vedlikehold og avhending av kjøretøy og vei. Ved denne forenklingen blir omtrent 15% av de negative miljøpåvirkningene (basert på klimagassutslipp) fra transport utelatt. Dette vil i henhold til erfaringene fra miljøbudsjett for Follobanen være i henhold til 1% regelen fra PCR. Dersom produkter som for eksempel asfalt gjenvinnes skal alle resurser som benyttes til å gjøre produktet nyttbart til det nye prosjektet medregnes.

3.3 Beregningsperiode og levetider

Beregningsperioden for prosjektet angir den tidsperioden prosjektet skal fungere som forventet og spesifisert. For Miljøbudsjett for Follobanen var beregningsperioden satt til 60 år.

I henhold til PCR for vei- og jernbaneinfrastruktur er det ikke definert en beregningsperiode for infrastruktur. Basert på erfaringer fra tidligere miljøbudsjett og samt ønske om å sammenlikne resultat med miljøbudsjett for andre transportsystem som har ulik beregningsperiode skal det for drift og vedlikeholdsfasen beregnes miljøpåvirkning på årlig basis.

Miljøpåvirkning som oppstår fra og under utbyggingsfasen skal allokere til utbyggingsfasen (år 0), og ikke fordeles på fremtidige driftsår. Resultat fra miljøbudsjettet vil da gi 2 tall for miljøpåvirkning, ett for utbyggingsfasen (år 0) og ett for drift og vedlikehold (pr. år etter år 0).

Prosjektet må selv definere levetider for de ulike komponentene ut i fra designkriterier og dokumentere dette. Disse multipliseres med nødvendig mengde av ressurser for å komme frem til negative miljøpåvirkninger for driftsfasen.

Levetiden for elementer og innsatsfaktorer vil blant annet være avhengig av materialvalg, fysiske belastninger, slitasje, fuktighet, temperatur og klima. Materialvalg og elementer vil derfor variere i ulike prosjekt og det må derfor lages en oversikt med estimert levetid for de viktigste elementene i prosjektet. Basert på levetiden til elementene må det utføres et regelmessig vedlikeholds intervall for å tilfredsstille et fullt funksjonelt og sikkert anlegg i driftsfasen. Det skal i beregningene antas at anlegget har 100% kvalitet etter beregningsperiodens utløp. Mengde av innsatsfaktorer og miljøpåvirkninger fra drift og vedlikeholdsfasen beregnes på årlig basis. Dersom en komponent vil vare i 30 år og total beregningsperiode for tunnelen er 60 år må komponenten skiftes ut i sin helhet ved år 30 og år 60.

3.4 Datakvalitet

Utslippsfaktorer kan dokumenteres med generiske verdier fra database og miljødeklarasjoner som en EPD, se vedlegg 1 for ordforklaring. Det anbefales å bruke generiske verdier tilpasset norske forhold som grunnlag for miljøbudsjett i en tidlig fase, da produsent og leverandører ikke er avklart. Miljøbudsjettet basert på generiske verdier kan benyttes til å vise hvilke materialer og produkter som står for de store utslippene av klimagasser, slik at det kan stilles miljøkrav til disse materialene. Slike miljøkrav kan blant annet være maks utslipp av klimagasser pr enhet produsert og dokumentasjon av utslipp med EPD. Som grunnlag for det endelige miljøregnskapet erstattes generiske data med informasjon fra EPD-er i en så stor grad som mulig.

I arbeidet som ligger til grunn for denne rapporten er det besluttet ikke å definere en generell liste med generiske utslippsfaktorer for de definerte ressursene som skal registreres. Dette skyldes at:

- Erfaringene fra liknende verktøy har vist seg at slike lister er gjeldende for korte tidsperioder
- Ulik plassering av prosjektene vil ha konsekvenser for utslippsfaktorene

Det anbefales derfor at de generiske utslippsfaktorene bør utarbeides på oppdrag av Jernbaneverket eller Statens vegvesen spesielt for hvert prosjekt. Kravene til datakvalitet bør følge av gjeldende PCR for relevant infrastruktur. På skrivende tidspunkt er dette International EPD System (2014a)/ (2014b), se tabell 1. Listen med de generiske verdiene opplyses i anbud og benyttes i utgangspunkt for

miljøbudsjett og -regnskap. Miljødata fra EPD benyttes når spesifikke produkter og leverandører er valgt.

Tabell 1 Eksempler på databaser som kan være nyttige kilder til informasjon for å kvantifisere negativ miljøpåvirkning fra forbruk av ulike ressurser. Tabellen er i er fritt gjengitt etter International EPD System (2014a)/ (2014b)

Material/Process	Database
Bitumen (for use in asphalt)	Eurobitume
Steel	World Steel Association
Concrete	Ecoinvent
Natural stone (crushed)	Ecoinvent
Primary Copper	ICA (International Copper Association) European Copper Institute (Deutsches Kupferinstitut – Life Cycle Center)
Copper Products	Ecoinvent Data combined with IEA (International Energy Agency) statistics.
Electricity	Ecoinvent
Fuels	Ecoinvent
Aluminium	EAA (European Aluminum Association)
Plastics	PE Plastics Europe (former APME Association of Plastics Manufacturers in Europe)
Chemicals	PE Plastics Europe (former APME Association of Plastics Manufacturers in Europe)
Electronic components	EIME (Environmental Information and Management Explorer) EcoBilan
Transports	NTM or regional alternatives ¹
Emissions from construction machinery	CORINAIR
Waste management	Ecoinvent

3.5 Effektkategorier

Foreløpig anbefales det kun å ta utgangspunkt i effektkategorien for klimapåvirkning Global warming potential (GWP) målt i kg CO₂-ekvivalenter. Denne beskriver en av de aller viktigste miljøutfordringene på nåværende tidspunkt.

Miljøpåvirkningskategoriene utover klimapåvirkning kan også inkluderes for å vurdere om valgt løsning eller materiale som har lavere klimapåvirkning, har høyere lokale luftforurensninger som sur nedbør, overgjødning, partikler og bakkenært ozon. Det anbefales at et begrenset antall miljøpåvirkningskategorier prioriteres ved vurdering av Miljøbudsjettet. I henhold til nevnte føringer og Miljøverndepartementets miljømål er anbefalte prioritering vist i tabell 2.

Flere av disse effektkategoriene kan implementeres på et senere tidspunkt uten at dette vil medføre betydelig merarbeid for et miljøbudsjett og -regnskap.

Inkluderingen av flere effektkategorier i en analyse vil komplisere en beslutningsprosess ettersom alle effektkategoriene ikke nødvendigvis trekker i samme retning og at man derfor blir nødt til å prioritere hvilket hensyn som er viktigst.

Ved valg av alternative løsninger i prosjektet bør det derfor dokumenteres at alle analyserte miljøpåvirkningskategorier er tilsvarende eller lavere enn utgangspunktet. Får noen miljøpåvirkningskategorier vesentlig høyere påvirkning enn ved utgangspunktet skal dette begrunnes.

Tabell 2 definerer et utvalg av miljøpåvirkninger som vurderes som mest aktuelle for miljøbudsjett.

Miljøpåvirknings-kategori	Definisjon	Tids-perspektiv ¹	Påvirkning	Forurensnings-faktor
Klimapåvirkning	Utslipp til luft. Klimagasser er gasser som påvirker klimaet ved å virke inn på Jordens og atmosfærens strålingsbalanse.	100 år	Global	kg CO ₂ -ekvivalenter
Dannelse av partikler	Utslipp til luft. Partikler i luften er hovedsakelig dannet ved forbrenning av fossilt brensel. Forårsaker helseproblem for luftveier og lunger.	–	Lokal Regional	kg PM10 - ekvivalenter
Forsuring	Utslipp til luft. Surt regn. Uorganiske gasser (sulfater – SO _x , nitrater – NO _x og fosfater) kan løses i vann og endre surhetsgrad i jordsmonn og grunnvann.	100 år	Lokal	kg SO ₂ -ekvivalenter
Eutrofiering (overgjødning av ferskvannsmiljø)	Utslipp til ferskvann. Næringsrike forbindelser som slippes ut i vassdrag kan forårsake algeoppblomstring med negativ økologisk effekt.	–	Lokal	kg P-ekvivalenter
Fotokjemisk smog (bakkenær ozon, fotokjemisk oksidasjonspotensiale)	Utslipp til luft. Dannelse av bakkenært ozon utgjør en helseisiko pga skadelig effekt på luftveier og lunger	–	Lokal	kg etén-ekvivalenter
Menneskelig toksisitet²	Til urban luft. Effekt av giftige stoffer til menneskelig miljø. Utslipp av tungmetaller til luft er spesielt store bidragsyttere	Uendelig	Lokal	kg 1,4-DB - ekvivalenter
Nedbryting av ozonlaget	Utslipp til luft. Stratosfærisk ozon-konsentrasjon. Forbruk av ozonnedbrytende stoffer (regulert av Montreal-protokollen) er redusert til null siden 2010 i EU.	–	Global	kg CFC-11 ekvivalenter

¹ Med tidsperspektiv for påvirkningskategori menes hvor lang tid det er beregnet at utslippet vil påvirke miljøet. For kategorier merket med – har ikke tidsperspektiv noe betydning for beregningsresultat.

² Menneskelig toksisitet tas med fra generiske (ecoinvent) data, men er ikke alltid tilgjengelig i produktspesifikke EPD.

3.6 Rapportering av miljøbudsjett

Rapportering av resultater og miljøbudsjett og -regnskap kan gjøres på mange forskjellige måter. Det viktigste er at rapporten er oversiktlig og forståelig slik at leseren enkelt kan finne frem til forutsetningene og resultatet. Det er for eksempel viktig at bergkvaliteten på fjellet kommer tydelig frem, da dette i hovedsak bestemmer kvaliteten og omfanget av sikring og innretning for tunnelen, samt at bergkvaliteten er viktig med tanke på bruksmulighetene for de utsprengte massene. Resultatet fra en tunnel i dårlig fjell vil være svært forskjellig fra en tunnel i fjell med god kvalitet. I tillegg til dette bør prosjektspesifikke data komme tydelig frem som for eksempel antall kilometer, total kostnad, utslippsfaktorer og o.l. I vedlegg 4 er det vist et eksempel hvordan en rapport for miljøbudsjettet kan utformes.

4. Prosess for gjennomføring av miljøbudsjett og regnskap

Når en skal planlegge og prosjektere infrastruktur, er det avgjørende at en allerede i en tidligfase tar hensyn de ulike faktorene som påvirker det samlede miljøpåvirkningen av et utbyggingsprosjekt. Den samlede miljøpåvirkningen er et resultat av de miljøpåvirkninger som oppstår fra;

- Konstruksjon: energiforbruk, materialproduksjon og transport (i år 0)
- Drift og vedlikehold: energiforbruk, materialproduksjon og transport (alle år i beregningsperioden)

Utbyggingsprosjekter kan ha store sosiale, samfunnsmessige og økonomiske effekter, lokalt, regionalt og nasjonalt.

4.1 Hele prosessen med miljøpåvirkninger

4.1.1 Konsept

Hvor og hvordan vi bygger, bestemmer;

- Negativ miljøpåvirkning fra infrastruktur
- Transport avstand
- Helning på infrastruktur (bane/vei)
- Drift og vedlikeholdsbehov
- Potensiale for fornybar energiproduksjon

Drift og vedlikehold er igjen avhengig av hvordan anlegget er konstruert (materialvalg og design), trafikk (ÅDT) og lokalklima.

Negativ miljøpåvirkning fra trafikk er avhengig av; avstand, trafikkvolum, hastighet, stigning, lokalklima, og drivstoff/energikilde.

Muligheten for fornybar energiproduksjon bestemmes av lokalklima, plassering (lokalklima), areal og trafikk.

Livsløpsvurdering av infrastruktur beregner potensiell miljøpåvirkning fra utbygging, drift og vedlikehold i en gitt levetid, samt avhending av infrastrukturen etter endt levetid. I tillegg til å belyse hvilke faser av infrastrukturens livsløp og hvilke innsatsfaktorer som er av betydning, danner Miljøbudsjettet et grunnlag for å identifisere områder for forbedring av miljøprestasjon.

Miljøbudsjettet skal bidra til å identifisere, vurdere og kommunisere potensialet for redusert miljøpåvirkning fra prosjektets innsatsfaktorer og løsninger i et livsløpsperspektiv. Slik kan Miljøbudsjettet brukes som beslutningsgrunnlag i prosjektet. Miljøbudsjettet skal oppdateres for alle planfaser, og skal således også gi grunnlag for rangering og prioritering av miljøtiltak i alle planfaser.

Figur 2 viser en fremstilling av hvordan miljøbudsjett kan brukes som beslutningsstøtte gjennom de ulike prosjektfasene av jernbaneinfrastruktur. Vesentlige beslutninger som må gjøres for et jernbaneprosjekt på ulike nivå er fremhevet, og det eksemplifiseres hvordan miljøbudsjett bidrar med miljøinfo til disse valgene, slik at endelig beslutning også kan baseres på miljøhensyn i tillegg til økonomi, sikkerhet, etc.



Figur 2 Illustrasjon av hvordan miljøbudsjett kan brukes for å planlegge miljøriktig prosjektering og utbygging av jernbane

Når det gjelder valg av trase, må det gjøres en avveining mellom det å ta skog eller dyrket mark (utslipp fra avskoging/vegetasjonsdekket), fremfor kostbare og miljøbelastende tiltak som skjæringer og tunneller, samt miljøbesparelser fra transportarbeid ved kortere transportdistanse. I en fremtid hvor mer av transporten drives med fornybar energi, vil disse avveiningene bli stadig viktigere.

Når trase er valgt, kan en starte arbeidet med å prosjektere tunnelen, slik at denne bygges med minst mulig negativ miljøpåvirkning fra byggingen og drift og vedlikehold, samtidig som en ivaretar økonomi og sikkerhet.

4.1.2 Hovedplanfase

I Hovedplanfasen omfatter dette å analysere alternative traséer, og på grunnlag av dette å anbefale de traséene som gir lavest mulig miljøpåvirkning gjennom livsløpet. I tillegg skal de delene av traséen, samt innsatsfaktorer og produksjonsmetoder som representerer stor andel av miljøpåvirkningene identifiseres som grunnlag for videre vurdering. Ved å påpeke enkeltfaktorer som har stor betydning for totale miljøpåvirkninger, kan nøkkelvegvalg som bør vies større oppmerksomhet identifiseres. Eksempler på dette kan være vurdering av alternative drivemetoder (tunnelboremaskin mot konvensjonell sprengning), og alternative tunneltverrsnitt.

Formål

- Analysere **alternative traséer** med hensyn på miljøpåvirkninger i et livsløpsperspektiv
- Dokumentere og kommunisere miljøpåvirkningene til de alternative traséene
- Anbefale traséer som gir lavest mulig miljøpåvirkning gjennom livsløpet

Mål

- Skille traséalternativene med hensyn på miljøpåvirkninger i de ulike fasene av livsløpet
- Identifisere deler av trasé, innsatsfaktorer og produksjonsmetode som representerer stor andel av miljøpåvirkningene som grunnlag for videre vurdering

4.1.3 Detaljplanfase og byggeplan

Miljøbudsjettet fra Detaljplan holder en høyere detaljeringsgrad enn Miljøbudsjettet fra Hovedplan, og omfatter derfor flere komponenter. I Detaljplanfase skal Miljøbudsjettet identifisere innsatsfaktorer som forårsaker stor miljøpåvirkning, og peke på spesifikke forbedringspunkter og tiltak for å redusere utslipp. Formålet er å anbefale innsatsfaktorer og produksjonsmetoder som gir lavest mulig miljøpåvirkning gjennom livsløpet. Slik kan Miljøbudsjettet danne grunnlag for miljøkrav til anskaffelser og entreprisekontrakter, for eksempel i form av krav til andel resirkulert materiale i innsatsfaktorer, eller krav til maksimale utslipp forbundet med et produkt. Videre kan det eksempelvis også stilles krav til kildesortering og logistikk-løsninger for direkte transport av masser uten bruk av deponi. Byggherre bør i samråd med myndigheter utrede de deponialternativer og massehåndteringsløsninger som legger til rette for lavest mulig miljøbelastning fra transport i anleggsfasen.

Resultatene fra Miljøbudsjettet kan blant annet brukes som grunnlag for å sette miljøkriterier og stille miljøkrav til materialer og leverandører i innkjøpsprosessen, og til entreprenører. Slike kriterier og krav kan for eksempel omhandle materialegenskaper, maksimale utslipp av klimagasser fra produksjon av materialer, Euro- og Stage-krav til lastebiler og anleggsmaskiner, innhold av miljøgifter i materialer, tekniske løsninger og levetid for komponenter. Miljøbudsjettet gir også grunnlag for dokumentasjonskrav slik at entreprenør kan dokumentere at gitte krav blir fulgt. Et eksempel på det sistnevnte kan være krav til at entreprenør må levere miljødeklarasjon (EPD) for utvalgte materialer.

Formål

- Analysere **alternative innsatsfaktorer og produksjonsmetoder** for valgt prosjektløsning med hensyn til miljøpåvirkninger i et livsløpsperspektiv på grunnlag av produksjonsspesifikke material- og transportdata
- Dokumentere og kommunisere miljøpåvirkningene fra de alternative innsatsfaktorene og produksjonsmetodene
- Anbefale alternative innsatsfaktorer og produksjonsmetoder for valgt prosjektløsning som gir lavest mulig miljøpåvirkning gjennom livsløpet
- Danne grunnlag for miljøkrav for innkjøp av innsatsfaktorer og tjenester
- Danne grunnlag for dokumentasjonskrav (mengde og miljødata) til entreprenører for videre oppfølging og produksjon av valgt løsning

Mål

- Oppdatert og videreutviklet Miljøbudsjett fra Hovedplan
- Redusert usikkerhet i Miljøbudsjettet ved å erstatte generelle produkt og miljødata med produktspesifikke data
- Optimaliserte innsatsfaktorer og produksjonsmetoder for valgt løsning med hensyn til miljøpåvirkninger

4.1.4 Ferdigstillelse

Ved prosjektets ferdigstillelse kan Miljøbudsjettet konverteres til miljøregnskap med prosjektspesifikke data. Miljøregnskapet kan sammen med andre av prosjektets miljøkonsekvenser for landskap og miljø (behandlet i KU) danne grunnlag for å utvikle en miljødeklarasjon (EPD) for prosjektet.

Formål

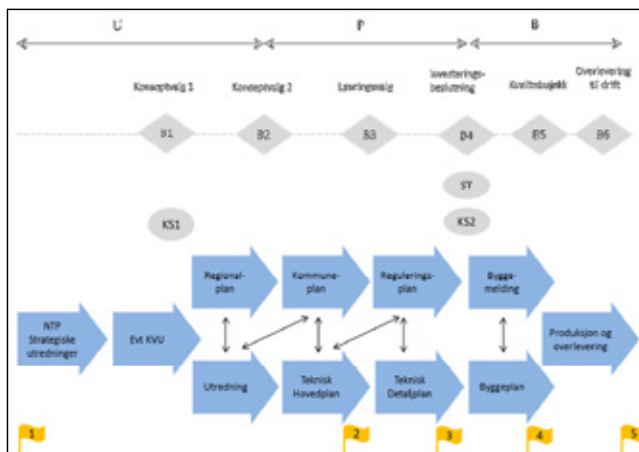
- Dokumentere og kommunisere miljøpåvirkninger fra **produsert løsning** ved utarbeidelse av miljøregnskap
- Utarbeide miljøregnskap på grunnlag av oppfølging i produksjonsfasen
- Dokumentere faktiske miljøpåvirkninger i forhold til prosjekterte miljøpåvirkninger
- Grunnlag for EPD for prosjektet
- Oppdatering av innsatsfaktorer på grunnlag av endrede forutsetninger og teknologisk utvikling

Mål

- Miljøregnskap for bygget infrastruktur

4.2 Gjennomføring av miljøbudsjett og miljøregnskap

Figur 3 viser en felles oversikt over planprosessen som er sammenstilt for både Jernbanelverket og Statens vegvesen. Det er viktig at beslutninger og valg som har stor påvirkning på negativ miljøpåvirkning følges opp til riktig tidspunkt innen beslutninger blir låst i det enkelte prosjektet. Tidlig i planprosessen er det flere muligheter til å påvirke prosjektets totale negative miljøpåvirkninger, men det er også viktig å ha fokusområder underveis etter hvert som prosjektet skrider fram. Byggherre har muligheten til å legge føringer på hvordan prosjektet skal prosjekteres og gjennomføres, og kan dermed stille krav til alle aktører som er involvert i prosjektet. Når og hvordan byggherre skal stille krav til aktørene er vist i figur 3 nedenfor med tilhørende forklaring i tabell 2.



Figur 3 Eksempel fra Jernbanelverket på når og hvordan byggherren skal stille krav til aktørene i hele byggeprosessen

Tabell 3 Når og hvordan byggherren skal stille krav til aktørene i hele byggeprosessen

	Plan	Forklaring	Beslutninger	Byggherres ansvar	Entreprenørens Ansvar
	Forstudie	Prosjektets miljøambisjoner og valg av konsept analyseres og velges.	Rundt fjellet, overfjellet eller gjennomfjellet. Dagsone, bro og/eller tunnel	Velg konsept	
	Hovedplan	Identifisere trase, deler av trase, innsatsfaktorer og produksjonsmetode som representerer stor andel av miljøpåvirkningen.	Enkelt- eller dobbeltsporet tunnel TBM eller Konvensjonell drift	Identifisere miljøpåvirkning	
	Detaljplan	Miljøbudsjettet kan danne grunnlaget for miljøkrav i anskaffelser og entreprisekontrakter Eksempelvis kan en innsatsfaktor være andelen resirkulert materiale	Gjenbruk av overskuddsmaterialer Resirkulerte materialer Typer og mengde materialer Transport av materialer til/ fra og på anlegget.	Utarbeide miljøbudsjett basert på valgte løsninger. Definere de generiske og maksimal CO2-faktorer og levetid brukt i miljøbudsjettet. Stille krav til miljøriktige materialer og produksjon	Dokumentere produkter og/ eller løsninger med lavere negativ miljøpåvirkning med EPD eller lignende.
	Byggeplan	Optimalisere innsatsfaktorer og produksjonsmetoder for valgt løsning med hensyn til miljøpåvirkning.	Anleggsmaskiner og lastebiler med gjeldene miljøkrav.	Etterspørsel etter miljøvennlig innkjøp, miljødeklarasjoner, miljøkriterier	Dokumentere produkter og/ eller løsninger med lavere negativ miljøpåvirkning med EPD eller lignende. Rapportere faktiske mengder og innhenting av EPD og dokumentere utslippsfaktorer
	Produksjon og Ferdig-stillelse	Miljøbudsjettet skal konverteres til miljøregnskap og evt. en EPD for hele prosjektet med prosjektspesifikke data	Alternative produksjonsmetoder Miljøvennlig innkjøp Miljøvennlige produksjonsmetoder	Utarbeide miljøregnskap basert på inndata fra entreprenøren	Dokumentere faktiske miljøpåvirkning i forhold til prosjektet miljøpåvirkning

5. Eksempler

Follobanen er et fremtidig nytt dobbeltspor mellom Oslo S og Ski stasjon som skal dekke behovet for økt kapasitet på korridoren. Jernbaneverket har iverksatt et prosjekt med å utvikle miljøbudsjett for Follobanen, der arbeidet er fordelt på seks ulike miljøbudsjett, samt Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett. I første instans ble det utarbeidet miljøbudsjett for jernbanestrekningen som helhet i Hovedplan, og dette ble deretter videreutviklet i Detaljplan med separate miljøbudsjett for de ulike delstrekningene, blant andre tunnel underbygning.

Eksempelene presentert her er fra prosjektet med miljøbudsjett for Follobanen, og illustrerer hvilke aspekter som har mest å si for miljøpåvirkning ved tunnelbygning. Miljøbudsjettet for Follobanen omfatter flere effektkategorier utover utslipp av klimagasser. Resultater og vurderinger som kun er relevant for jernbane er tatt ut av disse oppsummeringene.

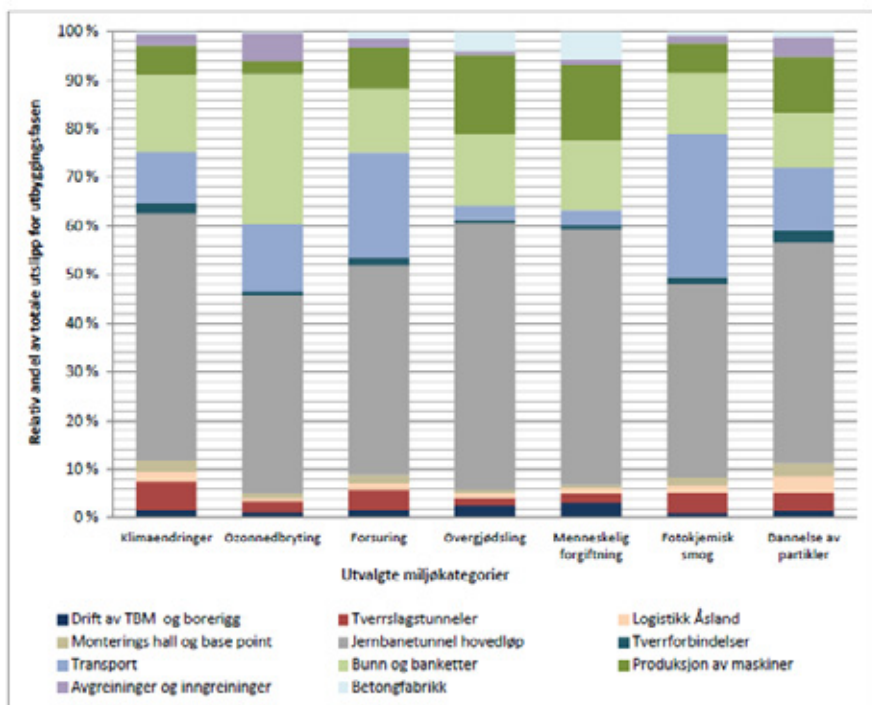
Follobanetunnelen, inkludert portaler, blir i overkant av 20 km lang. I de første 140 m av Follobanetunnelen vil det være ett løp med tre spor. Deretter greiner tunnelen av i tre enkeltsporede tunneler; to løp for Follobanen og ett løp for inngående Østfoldbane.

Helhetlig miljøbudsjettet for Follobanen og miljøbudsjettet for tunnelstrekningen finnes tilgjengelig på Jernbaneverkets sine hjemmesider. Beregningene er gjort med forutsetning om norsk elektrisitetsmik.

5.1 Hovedresultater

Totalt medfører utbygging av tunnelstrekningen til Follobanen (kun underbygning), uten jernbaneteknikk, et utslipp av 515 000 tonn CO₂-ekvivalenter. Dette tilsvarer et utslipp på rundt 13 tonn CO₂-ekvivalenter pr lengdemeter ett løps tunnel. Resultatet er basert på Ecoinvent uten tilpasninger til norske forhold, se rapport for Follobanen for utfyllende informasjon.

Figur 4 og tabell 4 viser hvordan de totale klimagassutslippene fra utbyggingen av Follobanene-tunnelen blir fordelt på de ulike elementene som inngår i tunnelen. Dette er det totale klimagassutslippet og har systemgrense iht. gjeldende PCR. Figur 4 inkluderer også 6 andre miljøpåvirkningskategorier i tillegg til klimagasser.



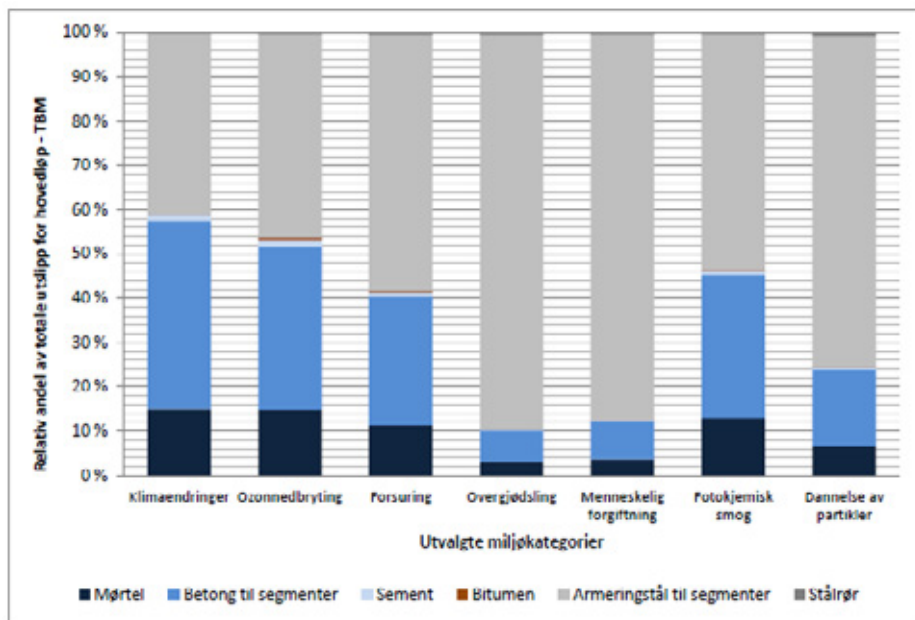
Figur 4 Totale utslipp for utbygging, fordelt på tunnelens ulike elementer. Avgreining og innføring, inkluderer innføring av Østfoldbanen

Tabell 4 Hovedresultater fra miljøbudsjettet for Follobanen

Hovedresultater for Follobanen		
Komponent	Forklaring	Miljøpåvirkning
Jernbanetunnel hovedløp	Utbygging av tunnelens hovedløp har den største andel av miljøpåvirkningen, og utgjør rundt 50 % av totale klimagassutslipp. Tunnelen i prosjektet ble drevet både med tunnelboremaskin (TBM) og konvensjonell sprengning. Resultatene for hovedløpet presenteres derfor separat for delen drevet med TBM og delen drevet konvensjonelt. Dette inkluderer materialforbruk som stål og betong.	50 % av totalt klimagassutslipp
Transport	Miljøbudsjettet for tunnelunderbygningen viser at transport av steinmasser ut av tunneløpet, og med lastebil med forutsetning på 13 km avstand til mellomager/deponi står for rundt 10 % av totale klimagassutslipp.	10 % av totalt klimagassutslipp
Produksjon av maskiner	Utslipp forbundet med produksjon av TBM maskiner og borerigger bidrar med rundt 5 % av totale klimagassutslipp. Det er imidlertid viktig å sende maskiner til resirkulering etter endt bruk, da materialmengdene som inngår er betydelige, og mulighetene for gjenbruk er gode.	5 % av totalt klimagassutslipp
Drift av TBM og borerigg	Drift av TBM og borerigg inkluderer miljøpåvirkning forbundet med energibruk (elektrisitet) som følge av bruk av tunnelboremaskin og borerigg, samt energi til ventilasjon, lys etc. Dette utgjør rundt 2 % av totale klimagassutslipp. Sammenliknet med miljøpåvirkningen fra de store materialmengdene som inngår i tunnelen, blir effekten av energiforbruket fra disse faktorene er minimal.	2 % av totalt klimagassutslipp
Betongfabrikk	For Follobanen blir det etablert en egen betongfabrikk for å produsere betongelementer lokalt. Produksjon (ikke drift) av selve betongfabrikken utgjør rundt 1 % av totale klimagassutslipp. For å redusere miljøpåvirkning fra transport, er det imidlertid viktig å produsere betongelementer så nærme bruksstedet som mulig, da transportbehovet er mye større for ferdige elementer enn for sement, tilslag og armeringsstål separat. Lokal produksjon muliggjør også lokal gjenbruk av tunnelmasser i betongen.	1 % av totalt klimagassutslipp
Tverrslagstunneler, logistikk Åsland, monteringshall og basepoint, avgreninger og inngreninger	Dette utgjør rundt 12 % av totale klimagassutslipp.	12 % av totalt klimagassutslipp

5.2 Tunnel hovedløp med bruk av TBM

Figur 5 og tabell 5 er spesifikk for TBM og viser totalt utslipp fra materialer. Dette er for å se hvilke materialer som har størst innvirkning ved bruk av denne metoden.



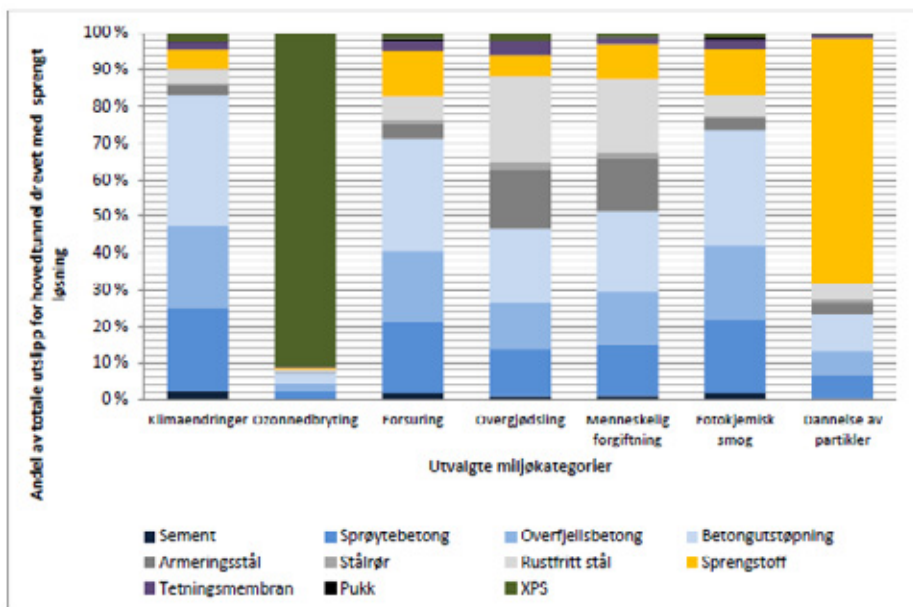
Figur 5 Total miljøpåvirkning fra jernbanetunnel - hovedløp, drevet med TBM, fordelt på innsatsfaktorer. Innsatsfaktorer med et resultat på mindre enn 2 % i forhold til totalen, for alle miljøkategorier er ikke inkludert.

Tabell 5 Hovedresultater for materialer for hovedløpet med TBM

Hovedresultater for materiale for hovedløp med TBM fra Follobanen		
Komponent	Forklaring	Miljøpåvirkning
Armeringsstål til segmenter	For delen av tunnelstrekningen drevet med TBM står armeringsstål for rundt 40-45 % av det klimagassutslippet. I miljøbudsjettene for Follobanen er det antatt at armeringsstål inneholder 37 % resirkulert materiale (europeisk gjennomsnitt). Dersom man i stedet hadde brukt 100 % resirkulert materiale i armering av betongelementene for tunnel drevet med TBM, tilsier resultatene at total klimapåvirkning kunne vært redusert med 11 %. Det ble også gjort en sammenligning av bruk av armeringsstenger (160kg/m ³) med en alternativ bruk av stålfiber (40kg/m ³) for betongsegmentene. Resultatene indikerte en potensiell besparelse i total klimapåvirkning på 13 %.	40-45 % av totalt klimagassutslipp
Betong til segmenter	Armede betongsegmenter i tunnelens hovedløp utgjør rundt 40 % av klimagassutslipp fra TBM drevet tunnel. Betongmengden har stor innvirkning spesielt for klimagassutslipp. I miljøbudsjettet for tunnel underbygning ble det undersøkt hvilken innvirkning det vil ha å redusere tykkelsen på betongsegmentene installert med TBM. Resultatet ble at total klimapåvirkning fra tunnelen kan reduseres med 5 % som følge av en reduksjon av segmenttykkelse fra 40 cm til 30 cm. Optimalisering av tykkelsen på betongsegmenter er altså et vesentlig potensiale for å redusere klimapåvirkning. I tillegg til å redusere tykkelsen bør det i så stor grad som mulig benyttes betong med redusert miljøpåvirkning.	40 % av totalt klimagassutslipp
Mørtel	I miljøbudsjettet er det antatt et lag av mørtel mellom betongsegmenter og tunnel på 12,5cm. Utslipp forbundet med mørtel utgjør rundt 15 % av klimagassutslipp fra TBM drevet tunnel. Mørtel er modellert med samme utslippsfaktorer som betong, men vil vanligvis ha noe høyere verdier enn betong. Det bør fokuseres på å benytte en mørtel med redusert miljøpåvirkning.	15 % av totalt klimagassutslipp
Sement (injisert)	Sement refererer her kun til sement i injisering, og ikke sement benyttet i betong. Sement utgjør rundt 2 % av klimagassutslipp fra TBM drevet tunnel. Da denne mengden er relativt liten, sammenliknet med mengden som inngår i betongen, gir injiseringssement små bidrag til miljøpåvirkning.	2 % av totalt klimagassutslipp
Bitumen, stålrør	Materialmengdene til bitumen og stålrør utgjør en liten del av totale mengder som inngår i tunnelen, og bidrar derfor til under 1 % av klimagassutslipp fra TBM drevet tunnel.	1% av totalt klimagassutslipp

5.3 Tunnel hovedløp med konvensjonell metode

Figur 6 og tabell 6 er spesifikk for konvensjonell metode og viser totalt utslipp fra materialer. Dette er for å se hvilke materialer som har størst innvirkning ved bruk av denne metoden.



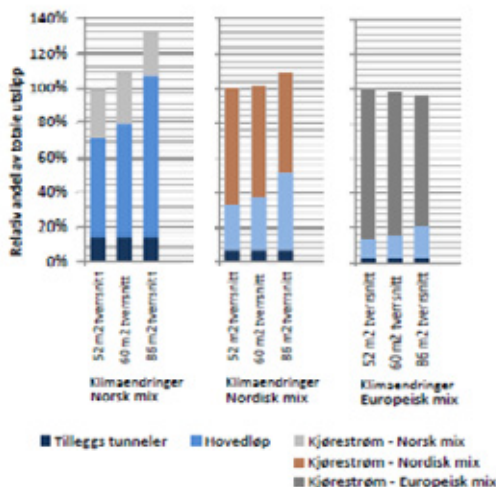
Figur 6 Totale miljøpåvirkninger fra jernbanelinje - hovedløp, konvensjonell metode, fordelt på innsatsfaktorer. Innsatsfaktorer med et resultat på mindre enn 2 % i forhold til totalen, for alle miljøkategorier er ikke inkludert

Tabell 6 Hovedresultater for materialer for hovedløpet med konvensjonell metode

Tunnelhovedløp med konvensjonell metode		
Komponent	Forklaring	Miljøpåvirkning
Overfjellsbetong og betongutstøpning	Betongutstøpning og overfjellsbetong står til sammen for ca. 60 % av klimagassutslipp fra sprengt tunnel. For overfjellsbetong og betongutstøpning bør det benyttes betong med redusert miljøpåvirkning. Fjellprofilen bør dessuten optimaliseres slik at behovet for betongutstøpning og overfjellsbetong blir så lite som mulig	60 % av totalt klimagassutslipp
Sprøytebetong	Klimagassutslipp fra sprøytebetong utgjør rundt 20 % av klimagassutslipp fra sprengt tunnel. Sprøytebetong er en type betong som er forbundet med et høyt utslipp av klimagasser fordi sprøytebetong er ofte av høy kvalitet og inneholder mye sement. Bruk av høyt innhold av tilsetningsmaterialer for å redusere betongens miljøpåvirkning er i dag ikke like vanlig som for konstruksjons betong. Det bør derfor undersøkes om dette er mulig for sprøytebetong uten at det går utover påkrevde egenskaper og kvalitet. Det ble vurdert hvilken innvirkning det ville ha på miljøpåvirkning å bruke ulike typer fiberarmering i sprøytebetongen, da plast- eller stålfiber. Resultatene viste at dette valget vil ha stor betydning for total miljøpåvirkning fra tunneler drevet konvensjonelt.	20 % av totalt klimagassutslipp
Sprengstoff	Produksjon og forbruk av sprengstoff har svært stor innvirkning på partikkelutslipp, men gir for øvrig moderate bidrag på rundt 8 % til klimagassutslipp.	8 % av totalt klimagassutslipp
Armeringsstål	Ettersom betongutstøpningen er uarmert, utgjør armeringsstål kun rundt 3 % av klimagassutslipp fra sprengt tunnel. Det bør likevel stilles miljøkrav til armeringsstålet, se beskrivelse under TBM avsnittet.	3 % av totalt klimagassutslipp
Sement(injisert)	Sement refererer her kun til sement i injisering, og ikke sement til betong. Da denne mengden er relativt liten, sammenliknet med mengden som inngår i betongen, gir injiseringssement små bidrag til klimagassutslipp på rundt 3 %.	3 % av totalt klimagassutslipp
Stålrør, rustfritt stål	Utslipp forbundet med produksjon av stålrør (brannvannsrør) bidrar til rundt 3 % av klimagassutslipp fra sprengt tunnel.	3 % av totalt klimagassutslipp
Tetningsmembran, pukk, XPS	Med unntak av innvirkning på ozonnedbryting for XPS, utgjør disse materialene et bidrag på rundt 3 % av klimagassutslipp fra sprengt tunnel.	3 % av totalt klimagassutslipp

5.4 Tunneltversnitt vs. elektrisitetsforbruk til togframføring

I Miljøbudsjettet for Follobanetunnelen ble det antatt netto tversnittprofil på 52 m². Det har også vært vurdert netto profil 60 m² og 86 m² for prosjektet. Økt tunneltversnitt krever større materialmengder, men fører også til lavere elektrisitetsforbruk til togframføring som følge av økt luftareal i tunnelen. For Follobanetunnelen ble det beregnet total miljøpåvirkning for de tre ulike tversnittalternativene, for å vurdere hvilken effekt som har størst innvirkning totalt. Resultatene er vist i figur 7.

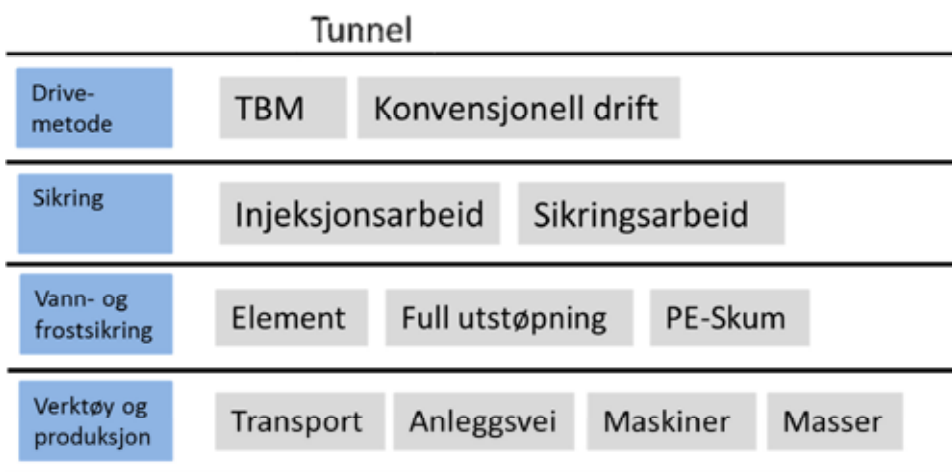


Figur 7 Sammenlikning av alternative tversnitt med tilhørende materialmengder og konsum av kjørestrom for 12 tog/time. Elektrisitetsmengder er beregnet med Metode - Dresden. Tilleggstunneler omfatter tversslag, tverrforbindelser etc. Disse er antatt like uavhengig av tversnitt for hovedløp.

Resultatene er avhengig av forutsetninger for klimagassutslipp fra produksjon av strøm til togframføring. Det er vurdert norsk strømmiks, nordisk strømmiks og europeisk strømmiks. Resultatene viser at for norsk og nordisk strømmiks øker totale miljøpåvirkninger med økende tunneltversnitt, noe som tilsier at økt materialforbruk har større innvirkning på totale miljøpåvirkning enn redusert elektrisitetsforbruk til togframføring. Man bør derfor legge vekt på å redusere materialforbruk i tunnelkonstruksjonen, ettersom dette gir større miljøgevinst enn redusert energiforbruk til togframføring. Ved å anta europeisk strømmiks til togframføring er totale klimagassutslipp relativt like uavhengig tversnitt på tunnellopet. Legg merke til at ved å anta norsk strømmiks utgjør utslipp fra energi og materialer til selve utbyggingen rundt 70 % av totale klimagassutslipp. Ved å anta europeisk strømmiks utgjør utslipp fra energi og materialer til selve utbyggingen under 20 %.

6. Miljøpåvirkninger for tunnel

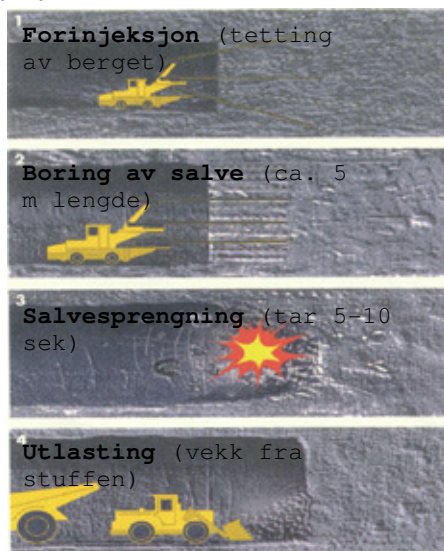
For å identifisere de største miljøpåvirkningene for tunnel er det gjort en enkelt inndeling av oppbygging og metode for tunneldriving. Det er tatt utgangspunkt i bruk av Tunnelboremaskin (TBM) og konvensjonell driving, de to mest vanlige metodene. Av sikringsarbeider er det fokusert på injeksjon og stabilitetssikring med sprøytebetong. Det er skilt på de tre mest vanlige vann- og frostsikringsmetodene: betongelementer, full utstøpning og PE-Skum. Til sist er det vurdert fire ulike faktorer som har stor påvirkning under produksjon. Dette er generelt transport til og fra anlegget, selve anleggsveien, bruk av maskiner og til siste bruk av masser. En tunnel vil bestå av en kombinasjon av alle disse ulike faktorer, så det blir opp til hvert prosjekt å hente ut og tilpasse det som er aktuelt. En oppsummering av vurderte faktorer er vist i figur 8, og videre i kapitlet beskrives disse faktorene mer inngående.



Figur 8 Drivemetode, sikring og vann- og frostsikring, samt verktøy og produksjon er viktige fokusområder i et miljøbudsjett og -regnskap.

6.1 Drivemetode

6.1.1 Konvensjonell drift



Figur 9 Konvensjonell drift

Sprengning

Sprenging er den konvensjonelle måten å drive tunnel på. Det opereres med to type profiler; normalprofil og sprengningsprofil. Normalprofil er det tunnelprofilet som er nødvendig for trafikantene og sprengningsprofil er normalprofilet pluss nødvendig rom for stabilitetssikring og innredning som vann- og frostsikring. Eksempelvis vil de fleste vegtunneler har en sprengningsprofil som er normalprofilet + 600mm.

Under sprengningsarbeider i forbindelse med bygging av tunneler benyttes det i dag stort sett datarigger. En boreplan basert på prosjektets sprengningsprofil legges i tunnelriggens datasystem. Utførende entreprenør er ansvarlig for at det ikke er «innstikkende knøler» i profilet, og normalt legges det på 100mm på boreplanen for å kompensere for dette.

For å få plass til boremaskinene på neste salve, må man sørge for at man på «odd» er 100+250 mm utenfor sprengningsprofilet. Dette legger opp til å ta ut omtrent 200mm for mye fjell i kontur og såle. For en vanlig to-felts vegtunnel – T9,5-profil, utgjør dette ett volum på omtrentlig 6 m³/meter tunnel.

Incitamentsbasert samarbeid for sprengning

Som nevnt, beskrives det ofte av byggherre et tunnelprofil som ligger 60 cm utenfor normalprofilet til tunnelen. Dette gjelder uavhengig av hvilken vann- og frostsikringsløsning som velges og kan medføre at store ekstra volum fjell må sprenges, transporteres og avhengig av vann- og frostsikringsløsning, erstattes av betong. I dette ligger det et betydelig potensial for reduksjon av negativ miljøpåvirkning gjennom en optimalisering av tunnelprofilet etter at valget av vann- og frostsikring er gjort. Ved å velge en samarbeidsform basert på et incitament om kontraktsfestet deling av besparelse ved optimalisering av tunnelprofil, vil man kunne utløse dette potensialet for

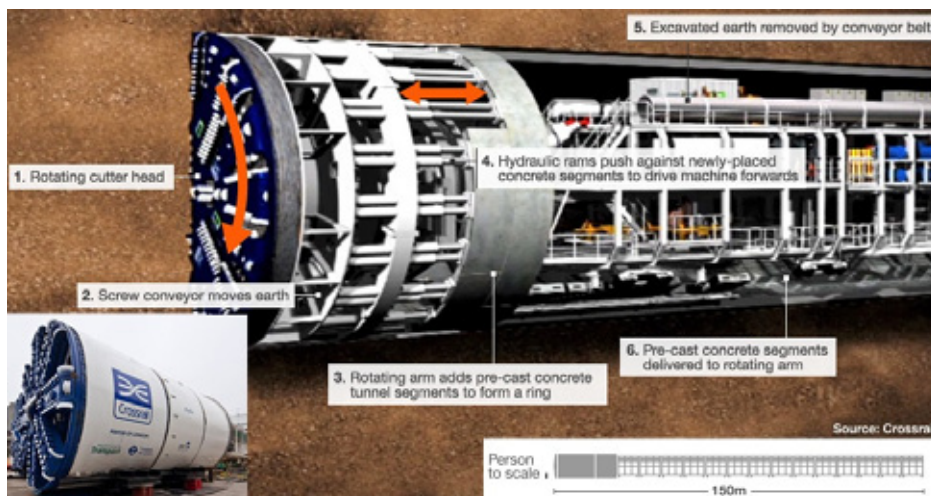
reduksjon av prosjektets negative miljøpåvirkning og øke den økonomiske gevinsten for begge parter.

Videre bør det være fokus på optimalisering av type og mengde sprengstoff. Dette kan gjøres i samarbeid med leverandører av sprengstoff. De har mest kompetanse på dette og i samarbeid med entreprenør kan det konkurreres på forbruk og metoder med mulige incitamentsløsninger for miljøpåvirkning. Dette kan være basert på kostnad per prosjektert m³ uttatt fjell eller per løpemeter tunnel fremfor mengde sprengstoff.

Optimalisering ved sprenging

- Minimalisere uttak av masser ved sprenging. Eksempelvis tillate knøler 50mm inn i profilet. Dette kan reduseres tunnelen tverrsnitt, og dermed redusere materialemengdene
- For å minimalisere mulighet for knøler er det mulig å bore tettere i konturen. Dette vil medføre økt energiforbruk ved boringen og ekstra kostnader, samt større forbruk av borstål. Dette må ses i sammenheng med redusert uttak av fjell og tilhørende transport
- Fokuser på minst mulig utsprengt profil ved plassering av boremaskin for å redusere oversprenging.
- For å redusere fjelluttak og derved begrense materialbruken ved å vurdere «nødvendig sikringsrom» spesielt for hvert prosjekt. Dette basert på antatt stabilitetssikring og valgt innredningsløsning
- Optimalisere sprengstoff-forbruket på de fleste tunnelprosjekt, og sette krav til leverandør av sprengstoff

6.1.2 Tunnelboremaskin (TBM)



Figur 10 Driving med TBM [Kilde: Crossrail]

TBM er en drivemetode for tunnel, der en maskin med lengde på rundt 150 meter og vekt på rundt 1000 tonn borer seg innover i fjellet, se figur 10. Maskinen har et roterende kuttehode i front, etterfulgt av et kammer hvor utgravede masser legges på et transportbånd for å fraktes ut av

tunnelen. Maskinen borer via repeterende sykluser hvor kuttehodet presses mot fjellet i front ved at bakenden skyver på installerte betongsegmenter. Når TBM hodet har boret maksimal lengde (avhengig av type maskin, grunnforhold osv.) dras bakenden mot kuttehodet, og nye betongsegmenter installeres i bakkant. Disse syklusene fortsetter kontinuerlig til tunnelen er ferdig utgravd.

Miljøpåvirkninger som er knyttet til denne metoden er identifisert på basis av miljøbudsjett for Follobanen (Jernbanelinjen, 07.09.12). Miljøbudsjettet for Follobanen er analysert med flere innsatsfaktorer enn CO₂-ekvivalenter, men vi vil i all hovedsak fokusere på klimagasser da dette er hovedfokus i denne rapporten.

Betong og stål utgjør de dominerende materialgruppene i forhold til total miljøpåvirkning i analysen. Valg av betong- og stålmaterier vil derfor ha stor betydning for totale resultater. Miljøtiltak vurdert til å ha relativt størst reduksjonspotensial omfatter reduksjon av tykkelse for segmenter installert av tunnelboremaskin, redusert stålarmering i segmenter, stille krav til bruk av resirkulert stål til armering og bruk av betong med redusert miljøpåvirkning.

Optimalisering ved driving av TBM

- Massehåndtering av restproduktet fra TBM
- Type TBM
- Bruk av transportbånd for å frakte massene
- Tykkelse på betongsegmenter

Optimalisering av produksjon og slitasje av TBM

- Vekt av 1 TBM er i området 2700 tonn, stor andel av dette er stål
- Bruk av gjenbruksdeler i TBM maskinen, eventuelt «gamle» TBM maskiner så mye som mulig
- Maskin og maskindeler bør være produsert så nærme brukssted som mulig
- Slitasjedeler til TBM maskinen (kutteringer og maskindeler) er for Follobanen beregnet å utgjøre rundt 1600 tonn. Bør ha fokus på miljøkrav: type stål, kortreist og at brukte deler resirkuleres
- TBM maskin må gjenbrukes/resirkuleres når tunnelen er ferdig og ikke etterlates

6.1.3 Gjenbruk av masser for konvensjonell metode og TBM

For begge drivemetoder må en vurdere kvalitet og bruksområder for de uttatte masser. Hvilke bruksområder finnes i nærområdet, hvor stort gjenbrukspotensial har de aktuelle masser og steinkvaliteter for å unngå unødige deponering og bort transport. Herunder er det viktig å se om masser av lavere kvalitet kan benyttes i nærområdet til formål med lavere krav til steinkvalitet. Dette vil kunne påvirke valg av drivemethode. Miljømessig må forventningene til morgendagen massehåndtering være gjenbruk av "alt", en sparer samtidig uttak av tilsvarende masser i pukkverk med tilhørende forurensning.

6.2 Sikring

6.2.1 Injeksjonsarbeid

Det er varierende kriterier for utførelse av injeksjonsarbeidene. Vanligvis er det miljømessige årsaker som å hindre grunnvannssenkning med tanke på å unngå skade på sårbar natur eller forhindre setningsskader på bebyggelse over tunnelen. Ett annet kriterium er å minimalisere utpumping av

innlekkasjevann i fremtiden, og dette gjelder spesielt for undersjøiske tunneler eller tunneler med lavbrekk. Utpumping av vann må tas med i et miljøperspektiv og skjer vanligvis med elektrisk kraft på natten.

Injeksjonsarbeidene er enklere, billigere og raskere å utføre «på stuff», enn etter at tunnelen er ferdig drevet. Ved å gjøre disse arbeidene på stuff, kan det pumpes med ett høyere trykk, og det blir bedre kvalitet på tettingen. Dette medfører bedre inntrenging, og er gunstig på lang sikt.

Det benyttes forskjellige injeksjonsmidler, tilsetningsstoffer og v/c-forhold på blandingen etter bergforholdene, størrelsen på sprekkesystemene og hva som befinner seg i disse sprekkene, samt en faglig vurdering.

Incitamentsbasert samarbeid for injeksjonsarbeid

I dag bestemmes i hovedsak injeksjonsopplegget av byggherren på prosjektet. Det kan ligge potensialer for optimalisering av injeksjonen, blant annet for lavere forbruk av sement. Den økonomiske besparelsen fra denne optimaliseringen vil kunne bestemmes. Ved å velge en samarbeidsform basert på et incitament om kontraktsfestet deling av besparelse, vil man kunne utløse dette potensialet for reduksjon av prosjektets negative miljøpåvirkning og øke den økonomiske gevinsten for begge parter.

Optimalisering av injeksjonsarbeid

- Optimalisere metode og forbruket av injeksjonsmidler ved å bruke best prosjektilpasset blanding med så lavt v/c-forhold som mulig.
- Ulike typer injeksjonsmidler

6.2.2 Sikringsarbeid

Sikringsomfanget i våre samferdselstunneler er i utgangspunktet basert på Q-systemet. Bergforholdene blir vurdert ut fra sprekkesystem, sprekkenes omfang og bergets svakhetssoner. Sikringsmetoder og omfang blir valgt ut fra bergets Q-verdi. En høy Q-verdi tilsier minimal sikring, mens de laveste Q-verdiene tilsier svært tung sikring. Det mest komplekse er full utstøpning, men dette benyttes i dag stort sett når man «mister» konturen (fjellutfall).

Utover dette har Statens vegvesen og Jernbaneverket egne bestemmelser som sier at man skal påføre minimum 80mm sprøytebetong fra vederlag til vederlag. Avvik kan gjøres hvis bergforholdene er svært gode.

Dette systemet er underlagt faglige vurderinger. Vurdering, måling av Q-verdi og valg av sikringsomfang kan variere fra fagmann til fagmann. Etter raset i Hanekleivtunnelen er forbruket av sikringsmengder i tunnelene økt betraktelig.

Optimalisering av sikring

- En optimalisering av metode for sikringsvurdering kombinert med incitamentsløsninger overfor entreprenøren, kan føre til mindre omfang – som igjen vil føre til mindre påvirkning på miljøet
- Vurdere sikringsbolter og transportdistanse av disse
- Vurdere ulik utførelse og korrosjonsbeskyttelse av sikringsbolter

6.3 Vann- og frostsikring

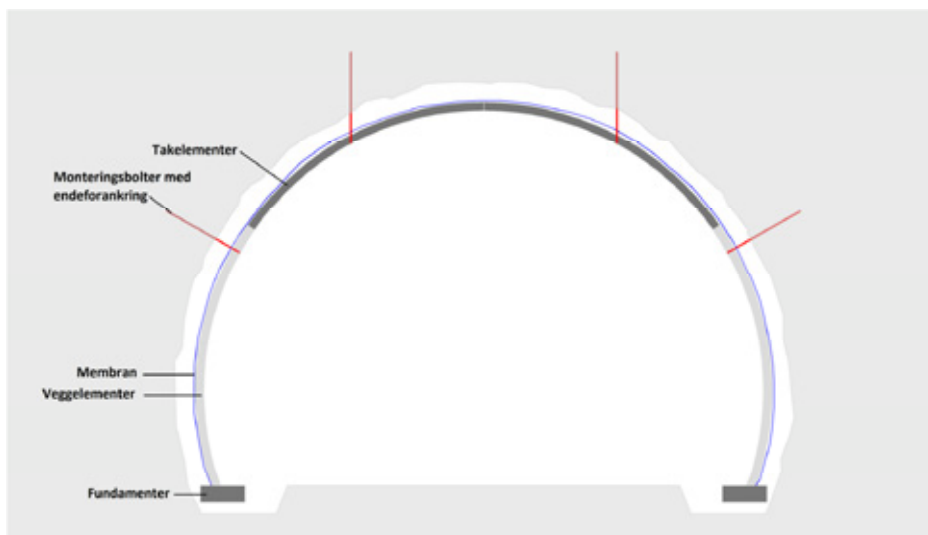
Det finnes i dag flere metoder for å innrede tunnelene. De som er mest benyttet er brannsikret PE-skum, betongelementer eller full utstøpning. Disse metodene kan benyttes både i TBM- og konvensjonelt sprengte tunneler.

6.3.1 Element

Betongelementløsninger blir valgt i høyt trafikkerte tunneler. Elementene blir festet til berget ved med 25-30 mm bolter (grovere bolter enn for PE-skum løsningen, men færre). En 2mm PP-membran blir montert bak elementene. Betongtykkelsen på elementene varierer fra 150mm til 300mm. Ved behov blir elementene isolerte.

Optimalisering av elementer

- Optimalisere tykkelse på betongelementene
- Optimalisere mengden armering og om mulig eventuelt vurderer stål- eller plastfiber istedenfor
- Stille krav til 100 % resirkulert stål som armeringsstål for å redusere miljøpåvirkningen
- Bruk betong med redusert miljøpåvirkning
- Vurdere bruk av tilslag fra fjell i betongelementproduksjon
- Vurder og stille krav til mørtel til utfylling bak elementene (gjelder ved TBM løsning)
- Vurder og stille krav til gummipakning (ved TBM) og fugemasse (ved konvensjonell drift) rundt i skjøtene mellom elementene



Figur 11 Løsning med elementer

6.3.2 Full utstøpning

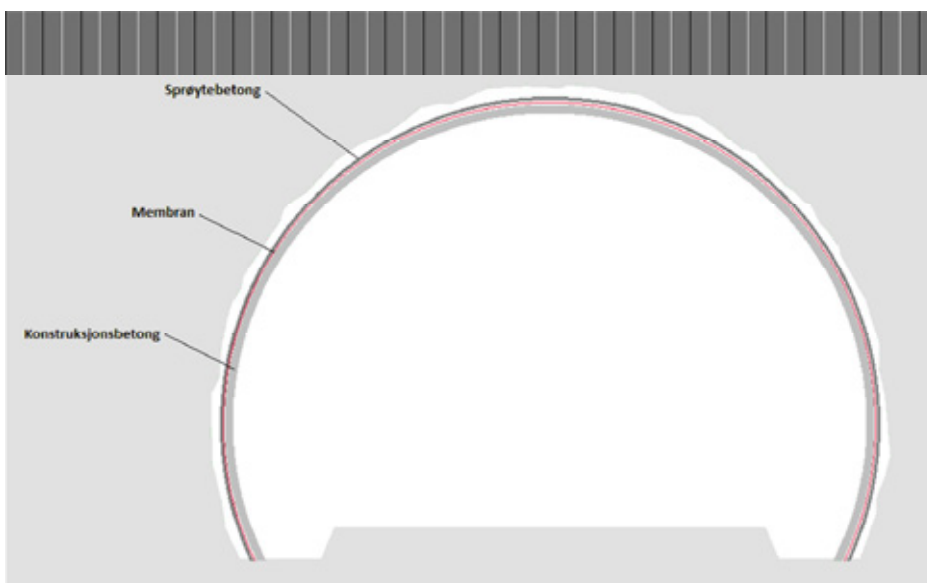
Denne løsningen blir ofte valgt ved dårlige bergforhold. Jernbaneverket benytter seg av dette prinsippet på fellesprosjektet langs Mjøsa. Begrunnelsen fra Jernbaneverket på dette prosjektet er at de ser reduserte vedlikeholdskostnader i fremtiden. Denne løsningen krever ett stort betongforbruk i byggefasen, som igjen er avhengig av kvaliteten på sprengningsarbeidene. Først blir profilet jevnet ut

med bruk av sprøytebetong. Så blir det lagt på en PP-membran for å tette produktet. Til slutt blir det foretatt en full utstøpning, ved hjelp av ett støpeskjold.

Full utstøpning er også vurdert i miljøbudsjettet for Follobanen (Jernbaneverket, 07.09.12). Det er basert på en uarmert betonglining med tykkelse 30 cm, i tillegg er det antatt 40 cm overfjell, totalt 75 cm som støpes med betong, og mellom sprøytebetong og betong legges en plastmembran.

Optimalisering av fullutstøpning

- Redusere overfjell
- Bruk av betong med redusert miljøpåvirkning
- Fokus på å redusere tykkelsen av utstøpning så mye som mulig
- Lokal produsert betong med bruk av fjellmasser som tilslag



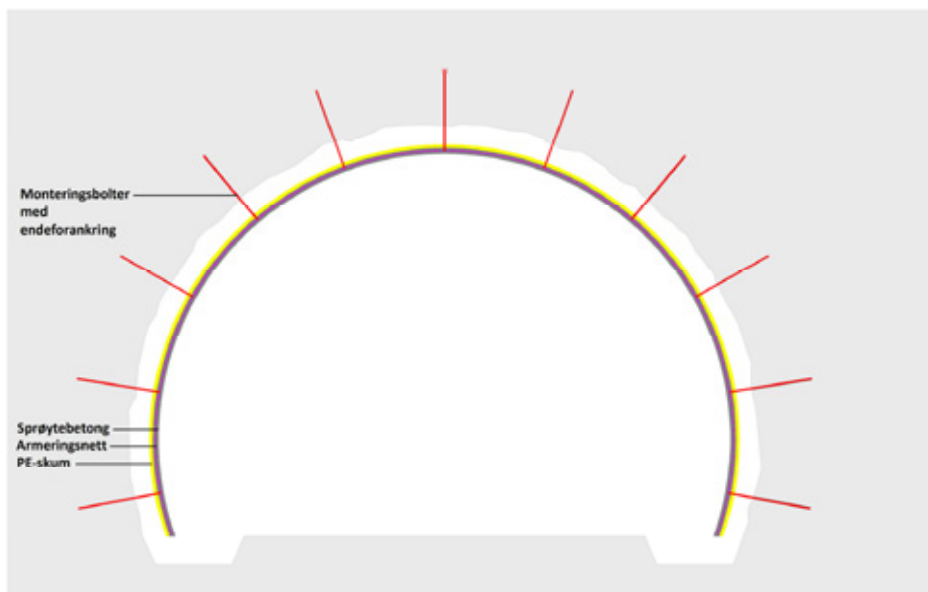
Figur 12 Løsning med full utstøpning

6.3.3 PE-Skum

Denne metoden er benyttet i tunneler med lavere trafikkgrunnlag (ÅDT). Dette hvelvet er festet til berget ved hjelp av ett tett boltemønster, i regelen 1,2 * 1,2 meter. PE-skum-tykkelse blir valgt ut fra de lokale frostgradene, og kan variere fra 45 til 120mm. En 80mm armert sprøytebetong blir lagt på skummet for å hindre brann.

Optimalisering av PE-skum

- Bruk av betong med redusert miljøpåvirkning
- Optimalisering av PE-Skum tykkelse
- Bruk av resirkulert armeringsstål og reduseres armerings mengde
- Vurdere miljøpåvirkning av ulike skumtyper



Figur 13 Løsning med PE-skum

6.4 Verktøy og produksjon

6.4.1 Transport til og fra byggeplassen

Transport til og fra byggeplassen inngår som en viktig del av den totale transporten i prosjektet. Ved planlegging av anleggsplassen må det fokuseres på plassering av rigg, bygninger, tipp og deponi for best mulig logistikk, med kortest mulige transportveier.

Med tanke på logistikk for inngående vareleveranser anbefales en tilpasset mottaksplass for alle leveranser (HUB) for samlet levering internt til brukere på anlegget. Effektstudier og erfaringer viser at tiltak som tidsvinduer for levering og henting av gods, parkering, laste- og lossesoner, og samlasting av gods, samdistribusjon har gitt god effekt. (Eidhammer og Jean-Hansen, 2008)

Den samme tilpasningen og logistikken gjøres for utstyr for bruk på anlegget så langt som mulig.

Disse prinsippene og løsningsmetodikken er viktige med å få synliggjort innsparinger i et miljø- og klimaregnskap.

6.4.2 Anleggsvei

Det er viktig å bygge en god anleggsvei, slik at uttransport av stein blir kostnadseffektiv. Det bør tilstrebes minst mulig rullemotstand. Det er miljømessig gunstig å produsere veimaterialene på prosjektet, for å minimalisere transportavstander. Helninger på veiprofiler har mye å si for slitasje og drivstofforbruk og må optimaliseres.

For å holde god fremdrift ved tradisjonell tunneldrift er en opptatt av rask rydding og sikring på stuff for å komme i gang arbeidet med neste salve. Dette skaper behov for mellomlagring, da transport

videre ofte har annen kapasitet og arbeidsrytme. Om mulig bør denne første omlastingen gjøres på tipp med tanke på enkel sortering av massene.

I tunnel bør anleggsveien ha en god oppbygging, med grøft på siden, slik at kjørebane er tørr. Dette reduserer omfanget av suspensjon i prosessvannet, forenkler rensingen og reduserer utslippet av tungmetaller. En kan da også benytte mindre sedimentasjonsbasseng som igjen reduserer arbeidsomfang og oppryddingsbehov.

6.4.3 Maskiner

Det er minimalt med el-drift på utstyr som benyttes for tunneldrift i dag, og stort sett bare tunnelboreriggene.

På 80- og 90-tallet ble det i enkelte tunneler benyttet elektrisk drevet lastemaskiner, eksempelvis Brøyt m/ hybrid-drift. Disse maskinene ble benyttet på Frøyatunnelen, Snøhvitunnelen, Romeriksporten og en del andre tunneler i Norge. Dette var meget effektive lastemaskiner, men var litt vanskeligere å kjøre enn vanlige hjullastere. Etterspørselen ble for dårlig, og disse maskinene er ikke å få kjøpt i dag. Brøytmaskinene var hybrider, og det var mulig å kjøre på dieseldrift. Det ble i Frøya-tunnelen foretatt sammenlignbare målinger av dieselforbruk mellom Brøyt-gravere og datidens hjullastere. Brøytene hadde rundt 40-50 % mindre drivstofforbruk grunnet mer effektiv lasting når de gikk på diesel.

I dag benyttes hjullastere og en flåte av spesielle dumpere eller lastebiler til å få steinmassene ut av tunnelene. Utkjøring av salvene tar normalt rundt 2,5 til 3 timer, med en utkjøringskapasitet mellom 150 og 200 pfm³/time. Med fremtidens batteriteknologi er det kanskje mulig å få el-drift på utkjøring fra tunneler.

For å få luftet ut tunnelene, blir det benyttet ventilasjonsvifter kombinert med ventilasjonsduker som monteres fortløpende helt frem på stoff. Disse ventilasjonsviftene står normalt for 30-50 % av el-kostnadene på ett tunnelprosjekt.

I anleggsfasen anbefales det at maskiner og utstyr bruker strøm fra el-nettet der dette er mulig, da dette gir lavere utslipp av klimagasser enn bruk av maskiner og utstyr som går på diesel. Det er mulig å stille krav til maskinpark (Stage krav) og tunge kjøretøy (Euro klasse) for anleggsmaskiner og tunge kjøretøy.

6.4.4 Masser og transport av masser

Klimavennlig masseforvaltning og transport stiller andre krav til fleksibilitet og behandling som sortering, foredling og plassering av masser enn det som er dagens praksis.

I fremtiden må en tilstrebe å flytte materialer direkte fra stedet de utvinnes til stedet de skal benyttes. Dagens praksis med mellomagring medfører til dels mye ekstra transportarbeid og omlasting av masser. Om kilde og brukssted ligger langs en trase med 500 m avstand, og deponiet er ca. 3 km unna, vil en spare 5,5 km kjøring samt omlasting og intern flytting på deponi. Tall fra studier med omlasting av asfalt og betong på Fornebu viser ca. 0,21 kg CO₂ pr tonn omlastet masse. Om en ser summen av spart transport og arbeid i forbindelse med omlasting ser en hvor viktig kildesortering og direktelevering av masser er.

I dag krever det en administrativ kapasitet som ikke er til stede. Logistikkssystemer som kjenner massebehov i sanntid er derfor en nødvendighet for å koble den som tilbyr og etterspør masser med hverandre.

Masser som kommer fra tunneldrift er en ressurs, og ikke et avfallsproblem. En forutsetning for dette er at kvaliteten på fjellet er tilstrekkelig. For å få god gjenbruk og minst mulig behandling og transport av disse ressursene er kildesortering viktig. Gjenbruk på anlegget, eller bearbeiding til annet bruk som f. eks. knusing til forsterkningslag kan gi store besparelser. Erfaring fra Dronning Eufemias gate, Oslo viser gjenbruk av lokale masser på 57%.

Med fleksibilitet og fokus på smart omdisponering av overskuddsmasser er spørsmål om eierskap til massene og mulighet til omfordeling i forhold til opprinnelige planer viktig. Dette kan gjøre massene betydelig mer kortreiste, og redusere antall tonnkilometer vesentlig. Dette betyr også at deler av massen kan, men ikke må, kjøres til deponi om annen bruk er mulig. Den entreprenøren som har ansvaret for anlegget må samhandle med andre aktører og anlegg i nærområdet for best mulig ressursutnyttelse. Reduksjon av totale kjørelengder gir også en samfunnsbesparelse i forma av mindre veislitasje, tilsøling, støv- og støyplasser, køer og ulykker.

I forbindelse med planlegging av større infrastrukturjobber leter en som regel etter en god bruk av ressursene. De massene som ikke kan benyttes på anlegget, eller finnes gode bruksmuligheter til i nærområdet blir enten brukt som fyllmasse eller lagt i deponi for senere bruk. I mange tilfeller blir gode ressurser fylt ned for godt.

Under planleggingen av tunnelprosjekter vil en ha store mengder overskudd uten gode mottakere og vil lete etter andre, gjerne større, anlegg med motsvarende behov. Når en så kommer over i anleggsfasen vil det ofte være mange mindre anlegg som utføres i samme tidsperiode. Disse anleggene vil kunne bidra til rasjonell bruk av overskuddsmasser, og tilførsel av andre masser en har underskudd av i anleggsperioden. Disse mindre anleggene er verken kjent, eller i mange tilfelle heller ikke planlagt mens de store prosjektene planlegges.

Alle transporter som kan gjøres direkte mellom en kilde og et sted for endelig bruk representerer både en betydelig ressurs og sparing av energi i form av reduserte tonnkilometer og redusert arbeid ved omlasting på deponi.

Den største barrieren i dag er informasjon om hvilke masser som er tilgjengelig, og hvor det er behov for disse. Ingen klarer å holde orden på dette i sanntid. Grunnet mangel på oversikt over nåbehov, og knapphet på lederressurser på anlegget blir masser kjørt på deponi. Dette medfører et betydelig merarbeid, for de massene som kunne vært benyttet direkte annet sted på anlegget, eller på et nærliggende anlegg. For å løse utfordringen med oversikt i sanntid, og avlaste de knappe styringsressursene kan en benytte et logistikk-system for utveksling av massebehov. Ved å benytte et slikt system på et større infrastrukturanlegg, vil en kunne la tilbyder (den som skal frakte bort masser) få kontakt med mottaker uten å gå veien om manuell instruksjon fra formann. Det er ingen mening å transportere (overskudds)massene til et deponi, så lenge de er en ressurs for andre i området som er villig til å hente og betale for dem. Omvendt kan en ta imot masser som ellers hadde vært deponert til fyllinger, som kan benyttes til støyvoller osv. uten å måtte lete disse opp.

I forhold til dagens vanlige praksis anses i mange tilfeller massene fra tunneldrift mer som et avfallsproblem enn som en ressurs. Dette skyldes at massene fra tunneldrift har store variasjoner i kvalitet og størrelse i forhold til hver sprengningssalve, se figur 14.

For at massene i størst mulig utstrekning skal være attraktive, kreves det en sortering. Det er derfor viktig å sørge for kildesortering/knusing raskest mulig etter at massene er kjørt bort fra stuff. Lokal sortering/knusing for bruk på anlegget, eller som tilslag i sement til lokal bruk gir også korteste masser og mindre tonnkilometer. Det er også muligheter internt på prosjektene å håndtere steinproduktene mer miljøriktig. Det å knuse stein på flere steder, isteden for å transportere stein frem og tilbake.



Figur 14 Usorterte masser

Om mulig bør masser kjøres til tipp for sortering. En gravemaskin ved tipp sorterer enkelt i fraksjoner over 600 mm (for pigging/knusing), samt en kvalitet i størrelsesorden 300 – 600 med mer. Resterende masser kan gå gjennom et sorterings-/knuseverk som for eksempel sorterer i 4 ytterligere fraksjoner etter behov og mulighet. Sorterte masser legges i respektive deponi i forhold til behov/mulighet.

En tipp for sortering av masser krever relativt liten plass. Ved tipping på kanten, vil den rene steinen rulle ned og delvis bort fra tipp. De finere steinene og null stoffet blir liggende nærmest tippstedet. Figur 15 viser sortering av massene på en tipp, om en sorterer ut den største fraksjon med en gang, nullstoffet blir liggende igjen, innerst og på toppen, slik at bare de massene som skal knuses tas med videre i prosessen. Om en benytter gravemaskin til å sortere de to største fraksjonene direkte, kan resten lastes i sorteringsverk med en hjullaster



Figur 15 Sortering av massene på en tipp

Tunnelmassene er på denne måten foredlet og de forskjellige fraksjoner kan selges/leveres direkte til respektive brukssteder. Denne metoden reduserer også behovet for knusing vesentlig. Fraksjonen som inneholder massene i størrelse 0 -20 mm kan for eksempel brukes til mindre gårdsveier, skogsbilveier, gårdsplasser og lignende. Vi kan altså komme fra avfall til verdi med relativt enkle midler. Ved en slik sortering har en fått frem de respektive massetyper og kvaliteter som etterspørres i markedet.

Eierskap til massene er også et spørsmål som i mange tilfeller har påvirket totale massetransporter i negativ retning. Dette skyldes også noen ganger offentlige pålegg som stiller krav til at alle masser skal ha et kjent mottakssted. Slike rigide systemer er uvennlig for miljøet med tanke på unødvendige tonnkilometer som blir resultatet av manglende tilgjengeliggjøring av kurante masser. Dette medfører sløsing av ressurser, både hos den som tilbyr og mottar i form av unødig transportarbeid, masseuttak, deponikostnader og lengre anleggstid. Om et prosjekt ikke har naturlig massebalanse innen rimelig nærhet, bør en se på mulighet for å tilgjengeliggjøre massene for andre aktører. Vi forutsetter her at disse kan vise til bruk på godkjente anlegg, eller andre lovlige bruksområder. Alle masser som ikke er disponert til bestemte formål og/eller for samfunnets hensiktsmessige bruk bør gjøres tilgjengelig. Dette betyr at et deponi med sorterte fraksjoner, bør ha adgang for eksterne aktører.

Massene fra tunneldrift er ofte av slike volum at direkte bruk i nærområdet bare kan være aktuelt for en mindre andel av volumet samtidig som dette blir produsert. Her er gode deponiløsninger en viktig del av en miljøvennlig løsning. Imidlertid er mange slike deponi i dag ikke kjent for mer enn noen få lokale aktører i bransjen. For å kunne utnytte slike gode lett tilgjengelige ressurser, må de tilgjengeliggjøres på en slik måte at de kan finnes av alle profesjonelle aktører med behov.

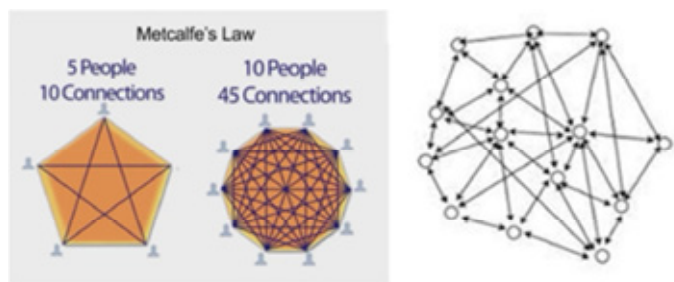
Samtidig er det av stor betydning for ressursbruk og miljø at størst mulig andel av massene blir fraktet direkte til sitt nye bruksområde/anleggssted, uten mellomlagring. Ved å redusere kjøring til deponi, og intern håndtering på deponi, spares fort betydelige ressurser og negativ trafikk-/miljøpåvirkning.

Til tross for at en har bruk for lokale masser andre steder på et og samme anlegg på samme tid, kjøres massene i dag ofte på deponi, for deretter å hentes tilbake, ofte til et sted rett ved der de opprinnelig kom fra. En har utfordringer med tilstrekkelig kapasitet på anleggsledelse i forbindelse med maksimal effektiv transport og materialutnyttelse.

Ovennevnte behov kan i stor grad dekkes med et logistikkssystem for samordning av massebehov. Et slikt system vil videre kunne avlaste driftsleder, ved at kommunikasjon kan foregå direkte mellom de aktuelle medarbeiderne som har et aktuelt behov i øyeblikket.

I den grad et anlegg stiller krav til intern bruk av masser, må et slikt logistikkssystem kunne begrenses til kun å omfatte anleggets brukere. Om en ikke har interne behov som må gå foran, tilgjengeliggjøres alle masser til alle brukere av systemet.

For effektiv gjenbruk av masser direkte fra produksjon til bruker må et slikt logistikkssystem benyttes. Videre vil mange brukere, og mindre volum med hyppigere melding av behov, virke mer effektivt. Dette forholdet illustreres godt med Metcalfes lov, se figur 16. Har en 5 personer kan en opprette 10 mulige forbindelser. Når antallet økes til 10, blir det 45 mulige forbindelser. Om en ser for seg flere anleggssteder under utførelse kan tegningen bli noe slikt: Som en ser er det mange muligheter som ikke kan overskues av en eller noen få personer.



Figur 16 Metcalfes lov. 5 personer kan har 10 mulige forbindelser, men økes det til 10 personer blir det 45 mulige forbindelser.

For å redusere miljøpåvirkning fra transport, bør man betrakte både avstander og volum for massehåndtering. Transportdistanser bør minimeres, både for transport av materialer, komponenter og masser inn til anlegget og spesielt for transport av overskuddsmasser til mellomager/deponi. Plassering av depot og massedepoier er avgjørende for det sistnevnte, og bør være så nær anlegget som mulig. Overskuddsmasser bør gjenbrukes internt på anlegget, eller i nærhet av prosjektområdet, i så stor grad som mulig. En får best effekt med mange aktører som melder små behov hyppig. Dette gir maksimal effekt med tanke på høyest grad av direkte transport, og kortest mulig transportvei. Samtidig frigjøres anleggsledelsen til andre oppgaver enn styring av masser.

I forbindelse med et anbud bør en kartlegge forventet transportarbeid. En kan så se hvilke transporter en så har klart å redusere eller eliminere via logistikkssystemet, for å kalkulere sparte miljøutslipp. Så lenge en kan matche motsatte behov blir 2 transporter med samhandling erstattet av 1 transport mellom de 2 aktørene som har motsatt behov. En kan så ta planlagte og utførte tonnkilometer inn i et miljøregnskap. Når man benytter TBM er det vanlig å benytte transportbånd for å få steinen ut fra tunnelen. Dette er en forholdsvis kostbar metode, og forbruket av elkraft er stort. MARTI har valgt å benytte denne metoden på Solbakkunnelen i Rogaland. En ulempe ved å benytte dette på en konvensjonell tunneldrift, er at man må knuse massene før de blir «lagt på båndet» ($D_{max} = 250\text{mm}$). Den største fordelen er HMS-relatert med tanke på bedret luftkvalitet. Denne metoden betyr svært redusert ventilasjonsbehov. Hvis høydeforskjell kan transportbåndet produsere energi.

7 Hvordan stille miljøkrav til entreprenør

Resultatene fra Miljøbudsjett kan blant annet brukes som grunnlag for å sette miljøkriterier og stille miljøkrav til materialer og leverandører i innkjøpsprosessen, og til entreprenører. Slike kriterier og krav kan for eksempel omhandle materialegenskaper, maksimale utslipp av klimagasser fra produksjon av materialer, entreprenør må levere miljødeklarasjon (EPD) for utvalgte materialer, Euro- og Stage-krav til lastebiler og anleggsmaskiner, innhold av miljøgifter i materialer, tekniske løsninger og levetid for komponenter. Videre fokus på materialhåndtering og transport og gjenbruk av masser. Herunder logistikk-løsninger og samhandling med nærliggende anleggsområder en naturlig kan utveksle massebehov med over- og underskudd.

I vedlegg 5 vises hvordan Follobaneprosjektet satte krav til miljøregnskap. Dette er en enkel og konkret liste med hva og hvordan Jernbaneverket ønsker at entreprenør skal levere av materialer og dokumentasjon, og hvilke krav de forventer at entreprenøren tilfredsstiller i byggeprosjektet. Dette er bare et eksempel på hva som kan være krav og fokusområde, men byggherre står fritt til å velge det som passer beste til prosjektet og prosjektets forutsetninger. Kanskje er det andre viktige og nytte krav som kan settes til entreprenøren i et annet prosjekt. Nedenfor er det listet en enkelt tabell med noen eksempler på fokusområder:

Tabell 7 Anbefalte fokusområder for alle aktører

Fokusområde	Beskrivelse
Miljødeklarasjoner EPD	Generelt bør det for materialbruk bli stilt krav om at det skal leveres miljødeklarasjoner (EPD) iht. EN 15804 eller tilsvarende, for en rekke produkter.
Krav til maksimal karbonavtrykk for materialer	Det bør også bli stilt spesifikke maksimumskrav til klimagassutslipp per produsert og levert mengde for ulike materialer slik at prosjektet bygges med materialer og komponenter som har så lave klimagassutslipp som mulig. Eksempel betong med redusert karbonavtrykk eller resirkulert stål.
Kjørestil og økokjøring	Det kan også stilles krav til årlig oppfølging av kjørestil og økokjøring for sjåfører av tunge kjøretøy. I tillegg bør også entreprenøren levere en plan for hvordan utslipp fra anleggsmaskiner og tyngre kjøretøy praktisk kan reduseres med årlig mål for CO ₂ -reduksjon.
Kjøretøy og anleggsmaskiner med lavest mulig utslipp	Alle kjøretøy skal oppfylle avgasskravene etter Euro V eller Euro VI for store anlegg eller Stage IIIB. Alle anleggsmaskiner og registrerte kjøretøy skal ha montert partikkelfilter
Rapportering av drivstoff	Rapportering av forbruk på drivstoff for all transport og maskiner for rigg og til/fra anleggsområdet. Etterspørre el-drevet maskiner og transport midler.
Rapportering av elektrisk kraft	Forbruk av elektrisk kraft for rigg og anlegg.
Redusere strømforbruk	Sensorbelysning og bruk av LED-lys på rigg og anlegg
Bruk av Lavtemperatur asfalt (LTA)	Både på anleggsvei/midlertidig vei og ferdig vei.
Gjenbruk av masser og asfalt.	Sortering og nedknusing av masser på anlegget, slik at det kan gjenbrukes lokalt. Gjenbruk av eksisterende asfalt.
Bruk av alternative materialer	Redusere bruk av materialer forbundet med høyt klimagassavtrykk som for eksempel betong.
Stille krav til miljøvennlig drift av arbeidsplassen	Sortering, strømforbruk, ikke bruk av oljekjel osv.
Krav til usikkerhet og følsomhetsanalyser	Hvordan økningene i mengden (eks. 10 %) for et materiale påvirker det totale resultatet. Hvor nøyaktig må mengdene finnes

Referanser

Jernbaneverket (01.11.13). «Erfaringsnotat basert på arbeidet med Miljøbudsjett for Follobanen» UOS-00-A-36119. Rev 00B.

Jernbaneverket (07.09.12). «Follobanen. Tunnelstrekning. Underbygning. Miljøbudsjett» UFB-30-A-30210. Rev 01B.

(<http://www.jernbaneverket.no/no/dokumenter/2012/Prosjekter/Follobanen1/Miljobudsjett-Tunnelstrekning-Follobanen/>)

Jernbaneverket (12.08.13). «Follobanen. Grunnlagsrapport for Miljødeklarasjon (EPD) av Follobanen». UOS-00-A-36404. Rev 00B.

Jernbaneverket (15.03.13). «Follobanen. Miljøoppfølgingsplan (MOP) for anleggsperioden» UOS-00-A-36082. Rev 00B.

NS-ISO, Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - prinsipper og rammeverk, 14040:2006.

NS-ISO, Miljøstyring - Livsløpsvurderinger - Krav og retningslinjer, 14044:2006.

Jernbaneverket (2012): Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur - Pilot Follobanen. UOS-00-A-90020. Rev. 00E

International EPD System (2014): PRODUCT CATEGORY RULES ACCORDING TO ISO 14025:2006 - PRODUCT GROUP: UN CPC 53211 - HIGHWAYS (EXCEPT ELEVATED HIGHWAYS), STREETS AND ROADS

International EPD System (2014): PRODUCT CATEGORY RULES ACCORDING TO ISO 14025:2006 - PRODUCT GROUP: UN CPC 53212 – RAILWAYS

Miljøverndepartementet (2011) *Norske Miljømål. T-1508*.

Eidhammer og Jean-Hansen, 2008: Godstransport og logistikk I byer av Olav Eidhammar og Viggo Jean-Hansen. Transport økonomisk institutt, Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning. TØI-rapport 948/2008 Oslo 2008, 81 sider, Sverige s 56, 75 % reduksjon forventet på inngående frakter.

Vedlegg

Vedlegg 1) Begreper sentrale i utarbeidelse av miljøbudsjett og -regnskap.

Vedlegg 2) Eksempel på enkel bruk av Microsoft Execl til miljøbudsjett

Vedlegg 3) Ressurser som skal inngå i et miljøbudet og -regnskap

Vedlegg 4) Rapportmal for utarbeidelse av miljøbudsjett

Vedlegg 5) Follobanene sine krav til materialer, energiforbruk og miljøregnskap.

Vedlegg 1

Begreper sentrale i utarbeidelse av miljøbudsjett og -regnskap.

Tabellen under inneholder en liste over begreper som er sentrale i utarbeidelse av miljøbudsjett og -regnskap. Denne er en fritt bearbeidet versjon av en liste utarbeidet av Jernbaneverket (2012).

Begrep	Definisjon
Allokering	Fordeling av inngangsstrømmer til eller utgangsstrømmer fra en prosess eller et produktsystem mellom det produktsystemet som undersøkes, og ett eller flere andre produktsystemer.
Datakvalitet	Egenskap ved data som angår deres evne til å tilfredsstille gitte krav.
Deklarert enhet	Et fysisk mål på produksjonssystemet. For eksempel 1 km tunnel eller 1 kg stål.
Effektkategori	Klasse som representerer viktige miljøanliggender som resultater av livsløpsregnskapet kan inndeles i.
Enhetsprosess	Minste del av kvantifiserte inngangs- og utgangsdata som vurderes i et livsløpsregnskap.
Funksjonell enhet	Et kvantifiserbart mål for produktsystemets hensikt eller leveranse. For eksempel antall bilpasseringer/år.
Grensekriterier	Spesifikasjon av mengden av materialer eller energistrøm eller nivået av miljømessig betydning som er tilknyttet enhetsprosesser eller produktsystem for å bli utelukket fra studien
Inngangsfaktorer	Produkt, materiale eller energistrøm som går inn i en enhetsprosess
Livsløp	Stadier i et produktsystem som følger etter hverandre og er sammenkjedet, fra anskaffelse av råmateriale eller framskaffelse av naturressurser til den endelige avhendingen
Livsløpskostnadsregnskap LCC	Dette begrepet forveksles ofte med LCA, men har i utgangspunktet ingenting med hverandre å gjøre. LCC omfatter også hele livsløpet, men fokuserer på kostnader i motsetning til LCA som fokuserer på miljøpåvirkning.
Livsløpsregnskap LCI	Fase i livsløpsvurderingen som omfatter sammenstillingen og kvantifiseringen av inngangsfaktorer og utgangsfaktorer for et bestemt produktsystem gjennom dets livsløp.
Livsløpsvurdering LCA	Sammenstilling og evaluering av inngangsfaktorer, utgangsfaktorer og de potensielle miljøpåvirkningene til et produktsystem gjennom dets livsløp.
Miljøaspekt	Del av organisasjonenes aktiviteter produkter eller tjenester som kan innvirke på miljøet.
Miljødeklarasjon	Påstand som angir miljøaspektene ved et produkt eller en tjeneste
Miljødeklarasjon type III (EPD)	Miljødeklarasjon som gir kvantifiserte miljødata ved bruk av forutbestemte parametere og ytterligere miljøinformasjon der det er relevant (basert på NS-EN ISO 14040 og NS-EN ISO 14044)
Miljøprestasjon	Målbare resultater av en organisasjons styring av sine miljøaspekter
Miljøpåvirkning	Enhver endring i miljøet, enten det er ugunstig eller fordelaktig, som helt eller delvis skyldes en organisasjons miljøaspekter
Produktkategoriregler PCR	Sett av spesifikke regler, krav og retningslinjer for utarbeidelse av miljødeklarasjoner type III for en eller flere produktkategorier
Sensitivitetsanalyse	Systematiske prosedyrer for å beregne virkningene som de valgte metodene og dataene har på resultatet av en undersøkelse
Systemgrense	Sett av kriterier som angir hvilke enhetsprosesser som er deler av et produktsystem

Vedlegg 1

Miljøprogram MP	Miljøprogrammet er prosjektets miljøstyringsdokument for prosjektering og regulering. Programmet skal håndtere den miljøpåvirkning og miljørisiko som tidligere utredninger, blant annet konsekvensutredningen, har vist at følger utbyggingen og det ferdige anlegget, og på dette grunnlag anviser krav til og tiltak i prosjektering
Miljøoppfølgingsplan MOP	Benyttet av Jernbaneverket. Miljøoppfølgingsplanen skal håndtere miljøspørsmål i bygge- og anleggsperioden. Problemstillinger som blir identifisert gjennom prosjekteringsarbeidet og reguleringsprosessen vil bli fulgt opp med konkrete tiltak og virkemidler for å ivareta miljøhensyn. Konkrete krav til entreprenører og detaljert opplegg for informasjon og oppfølging i forhold til omgivelsene vil bli utarbeidet i perioden fram mot byggestart.
Plan for Ytre Miljø YM-plan	Benyttet av Statens Vegvesen. Hensikten med YM-planen er å sørge for at alle krav til det ytre miljøet blir videreført fra reguleringsplan via prosjektering til konkurransegrunnlaget. Konkurransegrunnlaget skal ha beskrivelser og bestillinger som gjør at ytre miljøkrav blir ivaretatt på en systematisk måte. I de tilfeller kommuner stiller krav til prosjekter om utarbeidelse av miljøoppfølgingsplan (MOP), vil YM-plan ivareta disse kravene. YM-planen er et rent byggherredokument som legges til grunn for beskrivelser og bestillinger i konkurransegrunnlaget for alle typer kontrakter i byggherrevirksomheten.

Anslag på klimakonsekvens i byggefasen

Første overslag:	Entreprisekostnad (eks.mva) x CO2/mill
------------------	--

Nærmere overslag for tidlige planstadier:

Hovedmaterialer mht klimavirkning	Erfa faktor for CO2-ekvivalent	Beregnet/anslått mengde	CO2-utslipp	Anm.
Enhet -->	kg CO2 ekv/kg eller pr. liter	tonn/m.3	tonn	
Betong	a	b	c = a x b	
Armeringsstål				
Stål, annet				
Asfalt				Ingen asfalt i gruppens avgrensning?
Knuste materialer				
Maskinarbeid (diesel)				Beregnes alternativt basert på erfarings tall for diesel/volum fast masse flyttet
Transport (diesel)				
Elektrisitet (MWh)				
Sum total -->				

Vedlegg 3

Ressurser som skal inngå i et miljøbudet og -regnskap er vist i tabellen under.

Ressurs	Mengde	Enhet	Transportavstand fra produsent (evt. til endestasjon)	EPD	Prosjektert levetid for produkt
Elektrisitet		kWh			
Diesel		l			
Bensin		l			
Naturgass		kWh			
Spunt		tonn			
Sprengstoff		tonn			
Armeringsstål		tonn			
Sprutbetong		m3			
Konstruksjonsbetong		m3			
Injeksjonsmiddel		m3			
PP-fiber		tonn			
Betong i betongelementer		m3			
Armering i betongelementer		tonn			
Sikringsbolter		tonn			
Sprutmembran		tonn			
PE-skum		tonn			
Duk		tonn			
Jord		tonn			
Jord fra anlegget		tonn			
Stein		tonn			
Stein fra anlegget		tonn			
Sand		tonn			
Asfalt		tonn			
Asfalt - gjenbruk		tonn			
XPS		tonn			
Glasopor		tonn			
Leca		tonn			
Konstruksjonsstål		tonn			
Konstruksjonsstål resirkulert		tonn			
Aluminium		tonn			
Aluminium resirkulert		tonn			
Kobber		tonn			
Kobber resirkulert		tonn			
Blandet avfall		tonn			
Treavfall		tonn			
Betongavfall		tonn			
Plast avfall		tonn			
Teglavfall		tonn			
Stålavfall		tonn			
Farlig avfall		tonn			
Deponerte masser		tonn			

Rapportmal for utarbeidelse av miljøbudsjett

Forord

Beskrive oppdragsgiver, hvem som har utført oppdraget, prosjektleder, prosjektmedarbeidere.

Sammendrag

Kort sammendrag på en side. Bakgrunn for oppdraget og presentasjon av hovedresultat og – konklusjoner.

Innholdsfortegnelse

1 Introduksjon og bakgrunn for prosjektet

Bakgrunnen for analysen.

2 Systembeskrivelse

2.1 Prosjektbeskrivelse

Beskrivelse av system/prosjekt og eventuell forskjell på disse alternativene.

2.2 Rammeverk og standarder

Versjon nr av SimaPro, Ecolnvent og ReCiPe og eventuelt andre verktøy benyttet.

2.3 Funksjonell enhet

2.4 Systemgrenser

Vurder å ta med flytskjema for systemgrensene. Inkluder beskrivelse av allokeringsprinsipper.

2.4.1 Prosjektfaser

Kort hva som inngår i utbygging, drift/vedlikehold, avfall/avhending.

2.4.2 Tidsperspektiv og levetidsbetraktninger

2.4.3 Geografisk avgrensning

2.4.4 Avgrensning mot naturkonsekvenser

Støy, biologisk mangfold, arealbruk osv.

2.4.5 Avgrensning mot andre tekniske installasjoner

Blant annet valg av elektrisitetssmiks.

2.4.6 Detaljeringsnivå og grensekriterier

2.4.7 Andre avgrensninger

Spesielle forhold som er tatt hensyn til.

2.5 Effektkategorier

Kort beskrivelse av hvilke effektkategorier som er inkludert.

3 Datagrunnlag, datainnhenting og dokumentasjon

Beskrive kildene for data og hvordan de er samlet inn, samt en beskrivelse/dokumentasjon av

forutsetningene. Presenter innsamlede mengder i tabeller, fordelt på utbygging og drift-vedlikehold. Begrunnelse for valg av, og eventuell modifisering av Ecolnvent prosesser. Utslippsfaktorer for ressurser skal presenteres på lik linje med innsamlede mengder. Som blant annet ved bytte til norsk, nordisk eller europeisk strømmiks og tilpasning til produksjonsspesifikk data/EPD.

4 Resultater

Presenter resultater. Ha med en kort tolkning til hver graf. Inkluder også presentasjon på tabell/tall der det er fornuftig. Resultatet skal uavhengig av valgt funksjonell enhet presenteres totalt for prosjektet og pr km hovedløp(inkluder utslipp for hjelpetunneler og annet, men fordel utslipp kun på lengde hovedløp) slik at det er lett å sammenlikne med andre prosjekt.

Resultatene skal presenteres slik at de viser hva som er de viktigste bidragene til de ulike effektkategorier som vurderes, og resultatene skal være egnet som underlag for å finne tiltak til forbedring av miljøprestasjon. Tiltak til forbedring skal også reflekteres i diskusjonen.

4.1 Hovedresultater – komponenter (graf)

4.2 Tabell eller graf over innsatsfaktorer

Samlet eller fordelt på utbygging og drift/vedlikehold

4.3 Resultater – utbygging, vedlikehold og avfall/avhending

For 4.3 må det vurderes i hvert tilfelle hvordan det er fornuftig å presentere resultatene, om det er på element, komponent og/eller innsatsfaktor nivå.

5 Diskusjon

Diskusjon/tolkning av resultatene.

5.1 Datakvalitet og usikkerhet

Overordnet beskrivelse av kvaliteten på bakgrunnsdata. Hva er de største feilkilder, usikkerheter og problemer med innsamlet/manglet data? Beskriv usikkerheten i analysen.

5.2 Sensitivitetsanalyse

Ta med en sensitivitetsanalyse på innsatsfaktorer som har stor usikkerhet på mengden og som er antatt å gjøre relativt stort utslag på resultatene, for eksempel +- 10 % - 20 % av aktuell mengde. Utfør også sensitivitetsanalyse på utslippsfaktorer som har stor usikkerhet og der det ikke er konsensus i LCA-miljøet (for eksempel type strømmiks: norsk, nordisk, europeisk).

6 Anbefalinger

Få frem vurderinger og konklusjoner fra Miljøbudsjettet og de vurderinger som er gjort underveis i utarbeidelse av Miljøbudsjettet for å forbedre miljøpresentasjon i prosjektet. Viktig av vurderingen og resultatet dokumenteres. Potensiell forbedring skal være både på konseptnivå (for eksempel ett eller to løps tunnel) og på innsatsfaktor nivå (type betong brukt). Der det ikke finnes forbedringspotensial etter en grundig analyse skal dette begrunnes og dokumenteres (for eksempel er det mulig å redusere miljøpåvirkningen ved å velge en annen type komponent, men basert på en helhetlig vurdering kan ikke tiltaket gjennomføres. Vurderingen skal likevel beskrives).

6.1 Anbefaling av/innspill til konseptvalg

- 6.2 Anbefaling av innsatsfaktorer/innspill til miljøkrav i kontrakter (entreprenører)
- 6.3 Anbefaling og forbedring av metode og prosess

7 Konklusjon

8 Erfaringer

Det er viktig å dokumentere det arbeidet som er gjort med Miljøbudsjettet selv om det eventuelt ikke fører til forbedringer grunnet en helhetlig vurdering. For alle områder det er gjort en miljøvurdering skal dette dokumenteres. Det er også viktig å dokumentere erfaringene som er gjort underveis i Miljøbudsjettarbeidet.

Eventuelt tillegg

Referanser

Vedlegg

- A Mengdedataark
- B Anbefalinger (liste)

Vedlegg 4

Vedlegg D

Eksempel på liste av punkter og anbefalinger som skal/bør følges opp

Punkt	Område / tema for videre arbeid	Miljøfordel (kvalitativ eller kvantitativ)	Tiltak for måloppnåelse	Hvordan løst/hva gjenstår	Henvisning til dokument	Ansvar	Kommentar
1	Bruk av erstatningsstoffer i sement (flyveaske)	Redusere total klimapåvirkning fra betong med XX% tonn CO2 ekvivalenter		(Eks) Stille krav om flyveaske i innkjøpt sement	Kontrakt XX		
2	Redusere behovet for betong i konstruksjonene	Minsket betongproduksjon reduserer påvirkning til klima og andre effektkategorier					
3	Behovet for betong i støttemurer, kulverter og andre konstruksjoner bør begrenses	Minsket betongproduksjon reduserer påvirkning til klima og andre effektkategorier	Alternative utførelser og materialer, så som jordvoller, kan gi en god effekt				

Tekst under punkt 1, 2 og 3 er eksempler fra Oppdatert miljøbudsjett Langhus-Ski. Tabellen fylles ut så mye som mulig.

Follobanene sine krav til materialer, energiforbruk og miljøregnskap.

Innledning

Follobanen skal utarbeide et miljøregnskap i samsvar med *PCR 2013:19 Railways*. Avsnittet beskriver kravene til entreprenørens dokumentasjon av miljøregnskapet med tilhørende krav til miljødeklarasjoner, og rapportering av material- og energiforbruk i prosjektet.

Krav

Miljødeklarasjon – EPD – for materialer

Entreprenøren skal dokumentere miljøpåvirkningen av materialene angitt i Tabell 1. Dokumentasjonen skal inneholde en miljødeklarasjon (EPD). Entreprenøren skal utarbeide miljødeklarasjonen i samsvar med ISO 14025. Miljødeklarasjonen skal sertifiseres av tredjepart. Entreprenøren skal legge fram miljødeklarasjoner for materialer som krever miljødokumentasjon for FB to uker før produktet tas i bruk.

Entreprenøren skal underrette JBV om enhver endring av materialleverandør og legge fram oppdaterte miljødeklarasjoner minst to uker før produktet tas i bruk. Dersom materialer som skal benyttes skal erstatte materialer oppført i Tabell 1, skal entreprenør likevel legge fram tilsvarende dokumentasjon to uker før produktet tas i bruk. Entreprenøren skal rapportere bruken av alle materialer det kreves miljødeklarasjon for til FB i samsvar med malen for miljøregnskap, tabell 1 i vedlegg 1, Miljødeklarasjonene skal være basert på produktkategoriregler (PCR) angitt i Tabell 1.

Miljødeklarasjonene skal inneholde følgende livsløpsfaser:

A1 - A3 Fra råmateriale til fabrikk

A4 Overføring til Norge: Oslo Sentralstasjon, Åsland, Ski stasjon

Tabell 1: Materialer som krever miljødeklarasjon (EPD)

Materiale	Underkategori	Definisjon	PCR
Stål	Armeringsstål	Stål til armering av betong, både TBM-segmenter og annet armeringsstål. Dette kravet gjelder uansett kvalitet.	• PCR 2011:02 Steel for the reinforcement of concrete – weldable reinforcing steel • NPCR 013 Steel as construction material • eller tilsvarende
	Spuntstål	Stålpuntvegg. Dette kravet gjelder uansett kvalitet.	• NPCR 013 Steel as construction material

Vedlegg 5

			• eller tilsvarende
	Stålpæler	Stål til grunnforsterkning, pæler. Dette kravet gjelder uansett kvalitet.	• NPCR 013 Steel as construction material • eller tilsvarende
	Konstruksjonsstål	Stålkonstruksjoner. Dette kravet gjelder uansett kvalitet.	• NPCR 013 Steel as construction material • eller tilsvarende
Betong	Ferdigblandet betong	Ferdigblandet betong fra fabrikk (betong og in-situ-betong). Dette kravet gjelder uansett styrkeklasse og bestandighetsklasse. Betong til TBM-segmenter produsert på betongverk på Åsland omfattes også av dette kravet.	• NPCR020 Precast Concrete Products, 03 2012 • PCR UN CPC 375 Concrete, 02 2013 • eller tilsvarende
	Ferdigstøpte elementer	Ferdigstøpte armerte betongelementer fra fabrikk. Dette kravet gjelder uansett styrkeklasse og bestandighetsklasse.	• NPCR020 Precast Concrete Products, 03 2012 • PCR UN CPC 375 Concrete • eller tilsvarende
	Sprøytebetong	Ferdigblandet betong som sprøytes på fjellvegg og andre overflater. Dette kravet gjelder uansett styrkeklasse og bestandighetsklasse.	• NPCR020 Precast Concrete Products, 03 2012 • PCR UN CPC 375 Concrete • eller tilsvarende
Sement	Kalksement	Kalk og sement til jordarmering og	

Vedlegg 5

		stabilisering, uansett blandingsforhold og kvalitet.	• PCR CPC 3744, Cement • eller tilsvarende
	Injeksjonssement	All sement (med eller uten fiber og andre tilsetningsstoffer) til tunnelinjeksjon.	• PCR CPC 3744, Cement • eller tilsvarende
Mørtel		Mørtel til bruk mellom TBM-elementer og berget det bores i, uansett blandingsforhold.	• NPCR 09 – Technical – Chemical products for the building and construction industry • eller tilsvarende
XPS		Ekstrudert polystyren (XPS), uansett trykkstyrke, type, vekt og størrelse.	• NPCR 12 Insulation Materials • eller tilsvarende
EPS		Ekspandert polystyren (PS), uansett trykkstyrke, type, vekt og størrelse.	• NPCR 12 Insulation Materials • eller tilsvarende
Lettklinker (LWA)		Lettklinker i løs og fast form, uansett kvalitet.	• NPCR 12 Insulation Materials • eller tilsvarende
Naturstein, pukk, grus		Blokkstein (granitt og marmor), skifer, tegl og grus. Sprengstein fra tunneldriving (overskuddsmasser fra Follobanen) skal <u>ikke</u> inkluderes her.	• PCR CPC 3769 Engineered Stone • eller tilsvarende

Vedlegg 5

Kontaktledning		Kabel for forsyning av banestrøm	• PCR Electric wires and cables • eller tilsvarende
Fiberkabel		Optisk fiberkabel, uansett tykkelse.	• PCR Electric wires and cables • eller tilsvarende

Bruk av trematerialer

Entreprenøren skal ikke bruke tropisk tømmer, hverken i byggefasen eller i det ferdige prosjektet.

Andre tre- og trebaserte produkter skal produseres av tømmer fra FSC-sertifiserte skoger, naturskoger/ISO 14001-sertifiserte skoger, PEFC-sertifiserte skoger eller tilsvarende.

Entreprenøren skal legge fram dokumentasjon på at tømmeret oppfyller kravene før produktet tas i bruk.

Farlige stoffer

Entreprenøren skal ikke bruke stoffer oppført på Prioritetslisten (Miljødirektoratet), hverken i byggefasen eller på det ferdige anlegget. Entreprenøren skal ikke bruke produkter som inneholder en konsentrasjon av stoffer på kandidatlisten i REACH på over 0,1 %, hverken under byggingen eller på det ferdige anlegget. Dersom entreprenøren finner det nødvendig å bruke slike stoffer/produkter, skal entreprenøren utarbeide en substisusjonsvurdering og gi en begrunnelse for hvorfor det må brukes. Følgelig må entreprenøren søke JBV om tillatelse til å bruke disse stoffene. Søknadene skal legges fram for JBV minst fire uker før produktet bestilles. Entreprenøren skal rapportere all bruk av farlige stoffer og produkter til JBV i samsvar med malen for miljøregnskap Tabell 1 i vedlegg 1.

Krav til håndtering av farlige stoffer

Entreprenøren skal til enhver tid ha en oppdatert liste over mengdene drivstoff og kjemikalier som er lagret, og hvordan dette er lagret på prosjektområdet. Typen stoff, volum, bruk og lagring skal beskrives. Farlige stoffer og tilhørende emballasje skal håndteres, lagres og disponeres i samsvar med gjeldende forskrifter og sikkerhetsdatablad. Alle maskiner på byggeplassen skal være utstyrt med oljeabsorbenter som skal brukes til fjerning av uhellsutslipp fra maskiner. Entreprenøren skal behandle brukte absorbenter som farlig avfall og levere dem til et offentlig godkjent innsamlingssted.

Entreprenøren skal utarbeide et system og prosedyrer for å sikre at påfylling og tømning av drivstoff og olje utføres på en trygg måte.

Stasjonært energiforbruk

Entreprenøren skal ikke installere eller bruke kjeler som fyres med fossilt drivstoff (oljekjeler) som grunnlastforsyning for stasjonært energiforbruk på prosjektområdet. *Entreprenøren skal rapportere energiforbruket i samsvar med malen for miljøregnskap Tabell 1 i vedlegg 1.*

Anleggsmaskiner

Minst 25 % av alle anleggsmaskiner og alt utstyr entreprenøren bruker (som drives av fossilt brensel), skal oppfylle kravene i Stage III B eller høyere europeiske utslippsstandarder. Andre anleggsmaskiner og utstyr som brukes i kontrakten, skal som minimum oppfylle kravene i Stage III A.

For anleggsmaskiner som oppfyller utslippsstandardene for Stage III A og Stage III B, men som ikke er klassifisert i Stage-systemet, må det dokumenteres at de overholder de samme kravene.

Lastebiler (> 3 500 kg)

Minst 75 % av alle tunge kjøretøyer som brukes av entreprenøren (som drives av fossilt brensel) skal overholde Euro V eller høyere europeiske utslippsstandarder. Andre tunge kjøretøyer som brukes i kontrakten, skal som et minimum oppfylle kravene i Euro IV.

For kjøretøyer som oppfyller utslippskravene i Euro IV og Euro V men som ikke er Euro-klassifisert, skal det dokumenteres at de overholder Euro-kravene.

Forbruk av drivstoff, olje og andre petroleumsbaserte produkter

Entreprenøren skal rapportere det totale forbruket av drivstoff, olje og andre petroleumsbaserte produkter for alle typer anleggsmaskiner og lastebiler som benyttes under byggingen. Forbruket skal rapporteres til JBV i samsvar med malen for miljøregnskap Tabell 1 i vedlegg 1.

Rapportering i forbindelse med miljøregnskapet

Entreprenøren skal utarbeide prosedyrer for rapportering i samsvar med malen for miljøregnskap for Follobanen Tabell 1 i vedlegg 1.

Definisjoner og begrensninger ved miljøparameterne som entreprenøren skal rapportere i miljøregnskapet, er angitt i tabell 2 i vedlegg 1.

Rapporteringsperiodene for de ulike miljøparameterne er angitt i malen for miljøregnskap Tabell 1 i vedlegg 1.

Entreprenøren skal levere et oppdatert miljøregnskap til JBV for den enkelte rapporteringsperiode senest én måned etter utløpet av rapporteringsperioden.

Håndbøker fra NFF

- Nr. 1: Fjellinjeksjon. Praktisk veiledning i valg av tettestrategi og injeksjonsopplegg. (kr 200,-)
- Nr. 2: Engineering Geology and Rock Engineering. NBG (kr. 500,-)
- Nr. 3: Arbeidsmiljø under jord. (kr. 200,-)
- Nr. 4: Håndbok for skytebas. (kr. 200,-)
- Nr. 5: Tung bergsikring i underjordsanlegg (kr. 200,-)
- Nr. 6: Praktisk berginjeksjon for underjordsanlegg (kr. 200,-)
- Nr. 7: Håndbok for bestiller av bergsprengningsarbeid (kr. 200,-)
- Nr. 8: Håndbok for utfører av bergsprengningsarbeid (kr. 200,-)

Tekniske rapporter fra NFF (kr. 100,- pr. stk)

- Nr.01: Redningskammer for underjordsdrift
- Nr.02: Diesel under jord. Sluttrapport fra forprosjektet.
- Nr.02E: Diesel Underground – a project report.
- Nr.03: Sikker sprengning i dagen.
- Nr.04: Plastmaterialer i tunneler og bergrom – sikker håndtering i anleggsfasen.
- Nr.05: - Informasjon, takk! Råd og tips om kommunikasjon i en anleggshverdag.
- Nr.06: Sikker boring gjennom sylte.
- Nr.07: Diesel under jord
- Nr.08: Sikkerhet ved berginjeksjon
- Nr.09: Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg
- Nr.10: Rescue chamber for underground work. Translation of technical report 1
- Nr.11: Nøyaktig boring
- Nr.12: Konturkvalitet i sprengte tunneler
- Nr.13: Ventilasjon ved tunneldrift
- Nr. 14: Gruvedrift under jord
- Nr. 15: Støy fra bygge- og anleggsvirksomhet
- Nr. 16: Anbefalte retningslinjer for utarbeidelse av miljøbudsjett og miljøregnskap for tunneller

Norwegian Tunneling Technology

- No. 1: Hard Rock Tunnelling
- No. 2: Tunnelling Technology
- No. 3: Hydropower Tunnelling
- No. 4: Road Tunnelling
- No. 5: Tunnelling Today
- No. 6: Geology of Norway (a map)
- No. 7: Tunnelling Reviewed in the International Press
- No. 8: Subsea Tunnelling
- No. 9: Underground Storage
- No. 10: Urban Tunnelling
- No. 11: Hard Rock TBM Tunnelling
- No. 12: Water Control Tunnelling
- No. 13: Health and Safety in Norwegian Tunnelling
- No. 14: Norwegian Tunnelling
- No. 15: Sustainable Underground Concepts
- No. 16: Underground Constr. for the Norwegian Oil and Gas Industry
- No. 17: Underground Openings - Operations, Maintenance and Repair
- No. 18: Subsea Tunnels
- No. 19: Rock Support in Norwegian Tunnelling
- No. 20: Rock Mass Grouting
- No. 21: Contracts in Norwegian Tunnelling
- No.22: Norwegian Hydropower Tunnelling II
- No.23: Norwegian Tunnelling Technology

Fjellsprengningsdagen (Høstkonferansen)

En årlig konferansebok som er kommet fortløpende ut siden 1963.(Flere årganger er utsolgt).

Publikasjoner kan bestilles hos: NFF, Postboks 626, NO-1303 Sandvika. E-post: nff@nff.no



REPRESENTERER FAGKUNNSKAP INNEN

- Bergsprengning og masseflytting
- Tunnel teknologi
- Bergmekanikk og Ingeniørgeologi

FJELLSPRENGNINGSFORENINGEN

AVGJØRENDE FOR FORUNDERSØKELSER, PLANLEGGING OG GJENNOMFØRING AV

- Fjellarbeid generelt, produksjon av knust berg og mineraluttak
- Vegbygging
 - I dagen
 - Under jord
- Vannkraftutvikling med
 - Stasjonshaller
 - Overføringstunneler
 - Trykksjakter
 - Damanlegg
- Oljeprosjekter
 - Planering for landanlegg
 - Landfall av rørledninger
 - Produktlager for olje og gass
- Grunnarbeid for hus og industri
- Idrettsanlegg, lager, parkeringsanlegg i fjell, og mye mer.....

www.nff.no



**NORSK FORENING FOR
FJELLSPRENGNINGSTEKNIKK**

e-post: nff@nff.no

ISBN 978-82-92641-33-0