



**Nytt dobbeltspor Oslo – Ski**  
**Detaljplan**  
**Innføring Oslo S**  
**Rapport**  
**Miljøbudsjett**

00B	Endelig detaljplan	02.11.2012	JHA/EGR	SSN	LNA
00	Foreløpig. Grunnlag for diskusjon med JBV.	17.10.2012	JHA/MRA/ EGR	SSN	LNA
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
<b>Tittel:</b> <b>Østfoldbanen V L (Oslo S) – Ski</b> <b>Innføring Oslo S</b>  <b>Miljøbudsjett</b>		Ant. sider	Fase:	Detaljplan	
		<b>43</b>	Lokasjon:	Innføring Oslo S	
			Oppdr. nr.	10900	
			Produsent	 <b>AAS-JAKOBSEN</b>	
		Prod. dok. nr.			
		Erstatning for			
Erstattet av					
<b>Prosjekt: Nytt dobbeltspor Oslo - Ski</b>	Dokument nr.			Rev.	
<b>Parsell: Innføring Oslo S</b>	<b>UOS-10-A-13270</b>			<b>00B</b>	
 <b>Jernbaneverket</b>	Dokument nr.			Rev.	

<b>Nytt Dobbeltspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 2 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
---------------------------------------------------------	----------------------	--------------------------------------------------------------------------

## Forord

Follobanen er et fremtidig nytt dobbeltspor mellom Oslo S og Ski stasjon. Dobbeltsporet skal dekke behovet for økt kapasitet gjennom Sørkorridoren. Det nye dobbeltsporet vil få Nordens lengste jernbanetunnel. Tunnelen vil bli på rundt 20 kilometer. Dobbeltsporet planlegges som første trinn i en høyhastighetsbane via Gøteborg til Europa.

Follobanen skal bygges med to separate løp. Dette vil gi best mulig tilgjengelighet for å kunne drive et effektivt vedlikehold og for å holde en høy driftsstabilitet i tunnelen. Follobanen og Østfoldbanen i samspill vil sørge for effektiv avvikling av både person- og godstrafikk.

Prosjektet er en forutsetning for gjennomføring av Oslopakke 2 og Oslopakke 3 og for å skape et kapasitetssterkt og framtidsrettet kollektivsystem i Osloregionen. Utbyggingen er begrunnet i både lokal-, IC-, fjern- og godstrafikkens behov.

Prosjektet er forankret i NTP 2010-2019 og ved opprettelse av en egen post i statsbudsjettet. Innføring Oslo S er en delparsell for Follobanen. Delparsellen skal legge til rette for gode sportilknytninger for Follobanen mot Oslo S. Bygningsmessig består innføring Oslo S av mange betongkonstruksjoner fra Ekebergåsen i sør og inn mot sporområdet på Oslo S. Foreslått løsning inneholder også en ombygging av eksisterende Østfoldbane. Som en del av dette legges inngående Østfoldbane i en egen fjelltunnel fra Sydhavna.

Hastighetsstandarden er 250 km/h for tunnelen, mens innføring Oslo S har en maksimal hastighet på 130 km/h.

Jernbaneverket Utbygging har vært oppdragsgiver.

Planen er utarbeidet av Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS med følgende underkonsulenter:

- ViaNova Plan og Trafikk AS (spor/overbygning, underbygning, veg, 3D, VA og drenering)
- ECT AS (kontaktledning, lavspent, høyspent forsyningsanlegg, belysning, jording og føringsveier)
- Atkins Norge AS (signal, tele og kontaktledning)
- Grindaker AS (landskap)
- Spor Arkitekter AS (arkitektur – visuelt miljø, byplanlegging)
- NGI (miljøundersøkelser og geoteknikk)
- GeoVita AS (geoteknikk)
- Electronova AS (kabelomlegging)
- Det Norske Veritas AS (RAM og risikoanalyser)
- Brekke & Strand akustikk AS (støy, vibrasjoner og akustikk)
- NIKU (kulturminner)
- MiSA AS (miljøanalyser)

Denne fagrapporten omhandler miljøbudsjett for innføring Oslo S. Fagrapporten er utarbeidet av MiSA AS og ViaNova Plan og Trafikk AS.

## INNHOOLD

0.	Sammendrag .....	4
1.	Introduksjon og bakgrunn.....	5
2.	Systembeskrivelse .....	6
2.1	Prosjektbeskrivelse .....	6
2.2	Rammeverk og standarder .....	8
2.3	Funksjonell enhet .....	9
2.4	Systemgrenser .....	9
2.5	Effektkategorier.....	11
2.6	Struktur .....	11
3.	Datagrunnlag og datainnhenting .....	11
3.1	Hovedmengder .....	12
3.2	Modifisering av prosesser fra EcoInvent og hovedplan.....	14
4.	Resultater .....	14
4.1	Hovedresultater – livsløp .....	14
4.2	Hovedresultater – Utbygging og komponenter .....	16
4.3	Hovedresultater – innsatsfaktorer i utbygging .....	20
4.4	Resultater – vedlikehold .....	22
4.5	Resultater – avfall og avhending .....	23
4.6	Oppsummering av resultater .....	25
5.	Diskusjon .....	26
5.1	Identifikasjon av mulige tiltak for forbedring av prosjektets miljøprestasjon .....	26
5.1.1	Stål.....	26
5.1.2	Betong.....	26
5.1.3	Dieselforbruk.....	26
5.1.4	EPS .....	26
5.1.5	Sprengning .....	26
5.2	Usikkerhet og datakvalitet .....	27
5.2.1	Usikkerhet knyttet til innsatsfaktorer.....	27
5.2.2	Usikkerhet knyttet til effektkategorier .....	28
5.3	Følsomhetsanalyse.....	29
5.4	Sammenlikning med hovedplanfase, beskrivelse av endringer.....	33
6.	Anbefalinger .....	34
7.	Konklusjon.....	34
8.	Erfaringer.....	34
	Referanser: .....	35
	Vedlegg:.....	35

<b>Nytt Dobbeltspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 4 av 35 Dok.nr.: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
---------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

## 0. SAMMENDRAG

Som en del av detaljplanleggingen av Innføring Oslo S er det utarbeidet miljøbudsjett for delstrekningen.

Miljøpåvirkningen fra etablering av infrastruktur har for de fleste miljøkategoriene blitt redusert i forhold til beregninger for hovedplanfasen, i hovedsak grunnet mer kunnskap om mengder og innsatsfaktorer, og også i noen grad endringer av tiltaket.

Totale mengder utslipp for delprosjektet Innføring Oslo S er som følger:

	<b>Klimagasser</b>	<b>Ozon- nedbryt- ing</b>	<b>Menneske- lig toksisitet</b>	<b>Fotokjemi- sk smog</b>	<b>Dannelse av partikler</b>	<b>Forsuring</b>	<b>Over- gjødning</b>
Detaljplanfase	95,4* mill. kg CO2- ekv.	5,8 kg CFC-11 ekv.	65,3 mill. kg 1,4-DB- ekv.	349.360 kg NMVOC	210.910 kg PM10-ekv.	328.640 kg SO2	45.990 kg P-ekv.
Normalisert per km enkeltspor	20,9 mill. kg CO2- ekv.	1,27 kg CFC-11 ekv.	14,40 mill. kg 1,4-DB- ekv.	76.860 kg NMVOC	46.400 kg PM10-ekv.	72.300 kg SO2	10.120 kg P-ekv.
Endring fra hovedplanfase /1/	- 22 %	- 21 %	N/A	- 15 %	N/A	+ 557 %	- 89 %

\* Mengden klimagasser som beregnes som innenlands utslipp omfatter 9,5 millioner kg CO2-ekvivalenter.

Størsteparten av miljøpåvirkningene oppstår i utbyggingsfasen. Vedlikeholdsfasen og avhendingsfasen bidrar mindre og i noe samme størrelsesorden, mens vedlikeholdsavfall forårsaker marginal påvirkning.

Innsatsfaktorer gjennom hele livsløpet som dominerer bidragene til miljøpåvirkningene er stål, betongstøp samt EPS til isolasjon. Injeksjonssement og dieselforbruk er også av betydning, og i noe mindre grad også stein/pukk.

Stål dominerer i spesielt stor grad påvirkningen til alle kategorier, og tiltak for å redusere miljøpåvirkning bør settes inn her. Stål benyttes i to typer kvaliteter; konstruksjonsstål og armeringsstål, hvorav armeringsstål utgjør brorparten. Et svært effektivt tiltak for bedring av miljøprestasjonen vil dermed være å velge leverandør ut fra skrap-andel i armeringsproduksjonen, som vist i tidligere rapport /1/.

Bruk av betongstøp og isolasjonsmaterialet EPS bør også vies oppmerksomhet. Dieselforbruk kan, med fordel, begrenses ved å begrense behov for grunnarbeid samt minimere transportavstand for stein-, fjell- og jordmasser.

<b>Nytt Dobbeltspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 5 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
---------------------------------------------------------	----------------------	--------------------------------------------------------------------------

## 1. INTRODUKSJON OG BAKGRUNN

Hovedmålsetningen med arbeidet er å bidra til å nå miljømålsetningen for prosjektet Follobanen:

*"Prosjektet skal bygges med innsatsfaktorer - materialer og energi - som etter en helhetlig vurdering av miljø, kvalitet og sikkerhet gir lavest mulig negativ miljøpåvirkning gjennom hele prosjektets livsløp".*

*For å nå denne målsetningen skal prosjekterende finne de innsatsfaktorer som det er mulig å oppnå utslippsreduksjoner på og identifisere innsatsfaktorene det er størst mulighet til å oppnå utslippsreduksjon på og gjennomføre tiltak slik at prosjektet bidrar til reduserte utslipp.*

*Miljøbudsjettet er et viktig verktøy og støtte for beslutning, oppfølging og styring i utbyggingsprosjekter. Det skal bidra til å identifisere, kvantifisere og dokumentere potensiell miljøpåvirkning og finne de innsatsfaktorer og løsninger som det er mulig å oppnå utslippsreduksjoner på. Videre skal miljøbudsjettet bidra til å stille relevante miljøkrav ved anskaffelser i prosjektet.*

*Miljøbudsjettet skal også bidra til å kommunisere valg av alternative materialer og løsninger med lavere miljøpåvirkning og hvordan dette påvirker prosjektets totale miljøpåvirkning over hele livsløpet.*

Som en del av konsekvensutredningen for Follobanen ble det utarbeidet en rapport "Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur" /1/ som hadde en todelt målsetning:

1. Utvikle et rammeverk for budsjettering og rapportering av klima- og miljøpåvirkning av Jernbaneverkets utbyggingsprosjekter.
2. Estimere miljøpåvirkning fra etablering av infrastruktur for nytt dobbeltspor mellom Oslo og Ski på konseptnivå.

Aas-Jakobsen/ViaNova-nettverket har ansvaret for detaljplanlegging av innføringen til Oslo S. Foreliggende rapport er en videreutvikling av den delen av rapporten som ble produsert på konsekvensutredningsnivå som omhandler Innføring Oslo S. Rapporten er basert på Jernbaneverkets krav til rapportering av miljøbudsjett /2/.

Tekniske hovedendringer fra forrige fase omfatter bl.a. at den totale sporenlengden for parsellen er økt med ca 33 % fra ca 7.000m til ca 9.300m, samtidig som man har fått mer betongkonstruksjoner, bl.a. ved lukking av Klypen-området. Betongmengdene (plasstøpt) har økt fra ca 50.000m<sup>3</sup> til ca 80.000m<sup>3</sup>

Utslippsfaktorer for materialer og prosesser er uendret i forhold til de som ble benyttet i hovedplanfasen.

<b>Nytt Dobbelspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 6 av 35 Dok.nr.: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
--------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

## 2. SYSTEMBESKRIVELSE

### 2.1 Prosjektbeskrivelse

Se Figur 1 «Grensesnitt kostnader» for oversikt over de geografiske hovedgrenser for kostnadsoverslaget. Samtidig henvises også til Figur 2 «Oversikt over konstruksjoner» som viser omfanget av konstruksjonene i prosjektet. Dette er elementer som utgjør viktige andeler av miljømessig påvirkning.

Som det framgår av Figur 1 har prosjektet en rekke grensesnitt, både horisontalt og vertikalt. Noen av disse er relativt konkrete og greit definerbare, eksempelvis konstruksjonene, som angitt i Figur 2. Grensesnittet mot øvrig eksisterende jernbaneanlegg, samt snitt mot tiliggende parsell «Tunneldelen» på Follobanen er dog vanskeligere å illustrere i en enkel skisse. Mhp jernbaneteknikk er det i beregningene innkalkulert nødvendige tiltak og installasjoner «så langt inn det er påkrevet» i tiliggende anlegg. Grensene for dette er ikke vist på figurene, men de enkelte fagområder har vurdert dette omfanget og lagt det inn i mengder i kostnadsoverslaget, som igjen er lagt til grunn for mengdene i dette miljøbudsjett.

Følgende elementer har den senere tid vært til behandling/vurdering, og kan være tildels varierende dokumentert og oppdatert i tegningene. Status for disse forhold, slik de er brukt i beregningene bokføres derfor:

- Fylling i Klypen vest. Det er besluttet at prosjektet skal legge til grunn en oppfylling til middelalderterreng i Klypen vest. Denne fylling skal detaljprosjekteres i byggeplan. På grunn av setningsproblematikk vil dette sannsynligvis kreve avgraving av forurensete masser og en lett fylling. Dette er tatt inn i beregningene.
- Det er forutsatt at Fornyingsprosjektet utfører avtalt omfang. Dette innebærer at Innføring Oslo S prosjektet ikke bygger spor 14 og 15 Oslo S. På Oslo S er det ikke tatt med arbeider med spor 16-19 mellom butt og tilkoplingspunktet mellom nytt og eks. spor. For noen fag, bl.a. KL må det gjøres tilpasninger i forhold til eks. anlegg, dvs. at grensesnittet mellom nytt og eks. anlegg vil variere mellom fagområdene.
- Omfanget av rivning og fjerning av JBT- utstyr er noe usikkert da detaljer rundt faseomlegginger ikke er ferdig. For elektro generelt er grensesnitt inn mot Oslo S noe usikkert. Forhold fra revidert faseplan 2019 er tatt med i kostnadene. For signal er det gjort overordnede vurderinger for de fasevise omleggingene

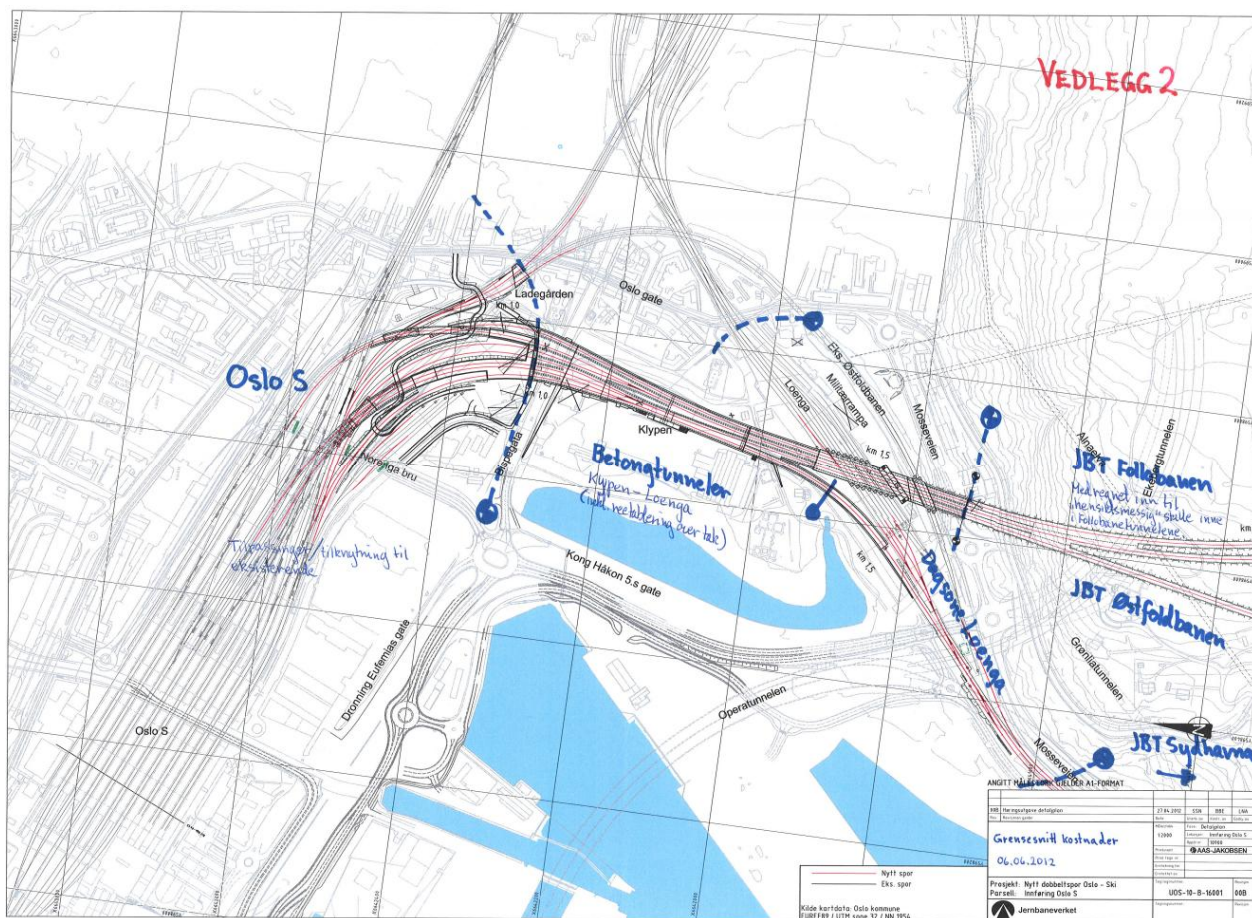
Grensesnittet mot Follobanen tunnel ligger ved fjellpåhugget, km 1,63. For inngående Østfoldbane er det tatt med nytt spor gjennom hele tunnelen fram til grensesnittet med eks. spor på Sydhavna.

Grensesnittet mot Oslo S dekker i hovedsak tilkopling til eks. spor. For sporene gjennom kulverten for gjennomgående Østfoldbane er det lagt inn oppgradering av eks. spor fram til eks. sporveksel, ca. km 0,55. Grensen mellom ballastspor og fastspor er lagt ved ca. km 1,05 (varierer noe mellom de ulike sporene). For Follobanen er det fastspor til grensesnittet med tunnel. For utgående Østfoldbane er det fastspor til ca. km 1,38 og ballastspor videre fram til kopling med eks. spor. For inngående Østfoldbane er det fastspor til tunnelportalen på Sydhavna, ca. pr. 2.900.

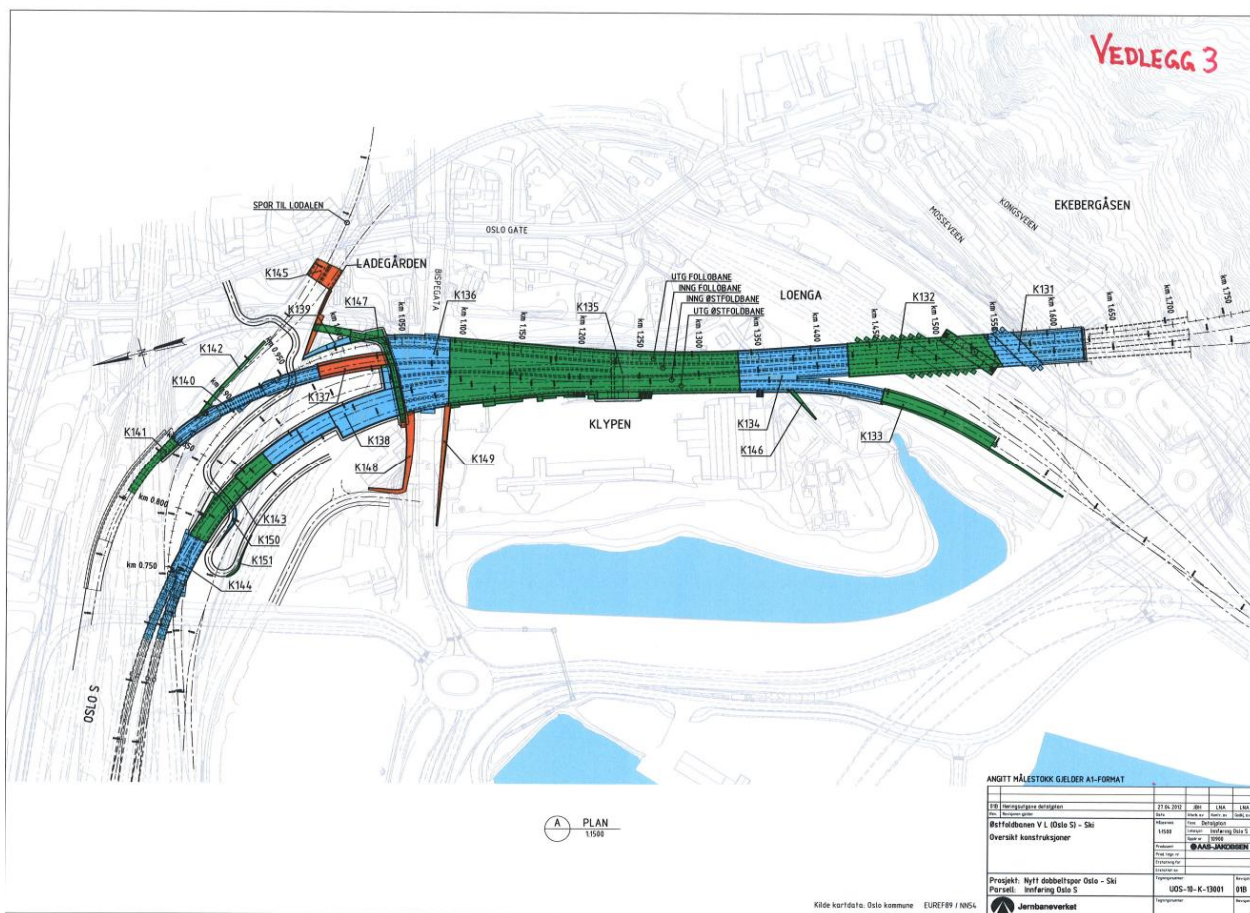
#### *Viktig merknad:*

Som det framgår av det ovenstående er det i miljøbudsjettet for Innføring Oslo S tatt med elementer fra områder som fysisk har deler også med i andre parseller (og miljøbudsjetter).

Det har i denne sammenheng vært lagt til grunn den avgrensning og arbeidsdeling som er definert i utarbeidelsen av kostnadsoverslag, og den struktur som der er bygget opp parsellene imellom.



Figur 1: Oversiktstegning. Fra kostnadsrapport.



Figur 2: Oversiktstegning konstruksjoner. Fra kostnadsrapport.

## 2.2 Rammeverk og standarder

Denne rapporten er basert på arbeidet utført og rapportert i utredningsarbeidet for Follobanen, i rapport UOS-00-A-36100-00A "Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur" /1/. I tillegg er det kommet til veiledere og andre kravdokumenter for utarbeidelse av miljøbudsjett. Disse omfattes i hovedsak av UOS-00-A-90020-02 "Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur" /2/ med underliggende referanser. Rammeverk og premisser for arbeidet er i stor grad arvet fra dette arbeidet. Dette er nødvendig for å kunne sammenstille resultatene med resultater fra øvrige parseller og dermed for å kunne beregne miljøpåvirkning for prosjektet som helhet.

Livsløpsanalysen er utført ved bruk av dataverktøyet SimaPro versjon 7.3.3 /4/. Databaser benyttet omfatter EcoInvent-databasen i versjon 2.2 /5/. Metoden ReCiPe Midpoint (H) v1.04 /6/ er brukt for å beregne miljøpåvirkning.



<b>Nytt Dobbelspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 9 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
--------------------------------------------------------	----------------------	--------------------------------------------------------------------------

## 2.3 Funksjonell enhet

Funksjonell enhet for miljøbudsjett for Innføring Oslo S er basert på funksjonell enhet definert i "Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur". *Beregningsenheten, funksjonell enhet, er definert som jernbaneinfrastruktur for Innføring Oslo S.*

## 2.4 Systemgrenser

Systemgrenser er i stor grad arvet fra "Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur" i utredningsfasen, og er her gjengitt i hovedtrekk. Der systemgrensene avviker fra forrige fase er dette beskrevet i detalj.

### 2.4.1 Prosjektfaser

Miljøbudsjettet omfatter etablering og vedlikehold av infrastruktur gjennom Follobanens levetid. Følgende hovedfaser er definert /1/:

- Utbyggingsfasen: Klargjøring av grunn og bygging av infrastruktur og andre elementer som inngår i jernbaneanlegget
- Drifts- og vedlikeholdsfasen: Drift og vedlikehold av infrastruktur, og utskifting av utrangert jernbanemateriell
- Avfall fra drift og løpende vedlikehold: Drift og vedlikehold av infrastruktur, og utskiftning av utrangert jernbanemateriell
- Avfall/avhendingsfasen: Avfall fra vedlikehold og utskiftning av materialer og komponenter, samt demontering av infrastrukturen etter endt livsløp, transport og behandling av avfall

Avfall fra vedlikehold holdes dermed adskilt fra avfall fra avhending.

Videre beskrivelse av hovedelementer og innsatsfaktorer er beskrevet nærmere i /1/.

### 2.4.2 Tidsperspektiv og levetidsbetraktninger

Beregningsperioden for Follobanen, herunder også parsellen Innføring Oslo S, er satt til 60 år. Miljøbelastning fra installasjoner med lengre levetid overestimeres derfor. Levetid for enkeltkomponenter er beskrevet i /2/ og /3/.

### 2.4.3 Geografisk avgrensning

Avgrensningene av Innføring Oslo S er definert i Figur 1 over. Følgende hovedelementer inngår:

- Oslo S (for Follobanen og Østfoldbanen)
- Dagsone Loenga
- Jernbaneteknikk Sydhavna
- Betongtunneler Klypen-Loenga (inkl. reetablering over tak)
- Jernbaneteknikk Østfoldbanetunnel
- Faser og omlegginger
- Riving

<b>Nytt Dobbelspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 10 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
--------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

For ytterligere informasjon om avgrensningene henvises til kostnadsoverslaget /8/, der dette er detaljert spesifisert.

Både utslipp generert fra innenlands og utenlands produksjon og transport av innsatsfaktorer er inkludert.

#### 2.4.4 Avgrensning mot naturkonsekvenser

Miljøbudsjettet omfatter påvirkningskategoriene klimagasser, ozonnedbrytning, menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, dannelese av partikler, forsuring og overgjødning basert på utslipp i forbindelse med tilvirking av infrastruktur.

Øvrige miljøkonsekvenser så som endret arealbruk, miljørisiko i anleggs- og driftsfase, støy, utslipp av miljøgifter forbundet med normal drift, endringer i avrenningsforhold, biologisk mangfold, påvirkning på fugl, fisk og dyreliv, avfallshåndtering, håndtering av forurenset grunn, deponering av rene masser med mer anses omfattet av konsekvensutredninger og miljøoppfølgingsprogram.

#### 2.4.5 Avgrensning mot andre tekniske installasjoner

Parsellgrenser mot Oslo S, Follobanen tunnel, Østfoldbanen og øvrige anlegg er definert i Figur 1 og kapittel 2.1.

Mengder for jernbaneteknikk er inkludert. Mengdene er hentet fra kostnadsoverslaget.

I byggefasen og for drift og vedlikehold av infrastruktur brukes data for norsk elektrisitetssammensetning på kjent innenlands forbruk og produksjon. For produksjon av innsatsfaktorer benyttes europeiske gjennomsnittstall for produksjon av elektrisitet.

Ved bruk av resirkulert materiale er kun miljøbelastningen forbundet med innsamling og videreforedling i resirkuleringsprosessen inkludert, og tilsvarende er dette ikke inkludert ved levering av materiale til resirkulering. Utslipp forbundet med forbrenning og deponering av materialer er inkludert.

#### 2.4.6 Detaljeringsnivå og grensekriterier

Beregningene i dette miljøbudsjettet har som mål å identifisere innsatsfaktorer og prosesser som har vesentlig påvirkning. Dette for å gi grunnlag til vurdering av hvilke faktorer som har størst forbedringspotensiale, samt vurdering av mulige tiltak ift disse. Det er derfor innledningsvis valgt å fokusere på de største bidragsyterne. I utarbeidelse av livsløpsanalyser er det vanlig å bruke en cut-off på 3 %, det vil si at prosesser eller materialer med en påvirkning mindre enn 3% ikke presenteres i detalj. De er imidlertid inkludert i analysen. Dette prinsippet er beholdt i rapporteringen.

Grunnlaget for innsatsfaktorer er innhentet fra prosjekterte mengder som også er benyttet som grunnlag for kostnadsestimatet. Mengdenes betydning i form av transport og arbeid er deretter kalkulert ut fra forutsetninger benyttet i konsekvensutredningsfasen.

<b>Nytt Dobbeltspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 11 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
---------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

## 2.5 Effektkategorier

Følgende sett med effektkategorier er valgt ut fra foregående rapport /1/ samt veileder /2/:

1. Klimagasser (kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter)
2. Ozonnedbrytning (kg KFK-11-ekvivalenter)
3. Menneskelig toksisitet (kg 1,4-DB-ekvivalenter)
4. Fotokjemisk smog (kg NMVOC)
5. Dannelse av partikler (kg PM10-ekvivalenter)
6. Forsuring (kg SO<sub>2</sub>)
7. Overgjødsling (kg fosfor-ekvivalenter)

Rapporteringsrekkefølgen beskrevet i veilederen /2/ er endret grunnet rapporteringsformatet i SimaPro.

## 2.6 Struktur

Rapportens struktur er fastlagt i "Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur på reguleringsplannivå" /2/.

Strukturering av innsatsfaktorer og annet forbruk er også definert i veilederen /2/.

Livsløpsmodellens struktur ble fastlagt i første fase /1/. Grunnlagsfiler til videre bruk i SimaPro ble oversendt via oppdragsgiver.

Modellen er satt opp med utgangspunkt i de forskjellige prosjektfasene beskrevet i kapittel 2.4.1 over. Mengden innsatsfaktorer og maskinslitasje er gitt direkte inn i hver fase, fordelt på følgende komponenter:

- Grunnarbeider-veier-banelegeme
- Konstruksjoner
- Overbygning
- Elektro
- Avfall fra vedlikehold
- Avfall ved avhending

## 3. DATAGRUNNLAG OG DATAINNHEMTING

Som for forrige fase /1/ består inventaret av to hovedtyper data;

- Prosjekterte mengder fra 3D-modell, VIPS og mengdeberegninger, som dekker direkte bruk av innsatsfaktorer i form av materialer og energi (forgrunnssystem)
- Databasetall fra SimaPro /4/ med underliggende databaser /5/, som beskriver produksjon, bearbeiding og transport av materialer og energi (bakgrunnssystem). Der bedre eller mer spesifikke utslippsdata er tilgjengelig fra prosjektet eller leverandører benyttes dette.

Prosjekterte mengder er bearbeidet til mengdeformat egnet for modellering i SimaPro ved hjelp av transponeringsmatriser som definert i forrige fase /1/. Mange av de samme forutsetningene for transport og maskinslitasje gjelder fortsatt for denne fasen.



**Tabell 2: Innsatsmengder for driftsfasen**

<b>Forbruk</b>	
Maskinforbruk (slitasje)	
Robel + utstyr	49 749 timer
Målevogn Roger 1000	334 timer
Pakkemaskin	246 timer
Komplett maskinpark for ballastrensing	138 timer
Slipetog	186 timer
Gravemaskin	133 timer
Diesel (drivstoff-forbruk)	1 129 753 liter
El	81 465 480 kWh
<b>Over- og underbygningsmasser</b>	
Stein/pukk	13 115 tonn
Lettklinker	0 tonn
EPS og PE	0 tonn
<b>Innsats</b>	
Sprengstoff	0 tonn
Injeksjon, sement	0 tonn
Injeksjon, polyuretan, epoxy	0 tonn
Andre innsatsmaterialer	0 tonn
<b>Kabler/ledninger mm</b>	
Plast	0 tonn
Kobber	10 tonn
Aluminium	3 tonn
<b>Betong</b>	
Betongstøp (eks. armering)	0 m3
Sikringsstøp, in situ (eks. armering)	0 m3
Betongelementer (eks armering)	1 420 m3
<b>Stål</b>	
Stål: Konstruksjon (høykvalitet)	1 180 tonn
Stål: Borstål og bolter	0 tonn
Stål: Armering og spunt (lavere kvalitet)	222 tonn
<b>Elektro</b>	
Nødllysarmatur i håndløper	1 442 stk
Gatelysarmatur (arealbelysning)	133 stk
Vifter	0 stk
Signalanlegg	18 560 lm
Transformatorer	6 stk
Teleanlegg	27 840 lm
Pumper	48 stk
<b>Annet</b>	
Bladherbicer for vegetasjonskontroll	0 liter
Slipeskiver	10 tonn
Tre	47 m3
Maling	3 120 liter
Vann	260 m3
Såpe til tunnelvask	1 m3
Gummi (gummistøper til svilleblokker)	2 m3
Matte under svilleblokk (ukjent materiale)	5 m3

### 3.2 Modifisering av prosesser fra EcoInvent og hovedplan

Prosesser i livsløpsanalysen er arvet fra prosjektet på hovedplan. Kun få endringer er gjort som følger:

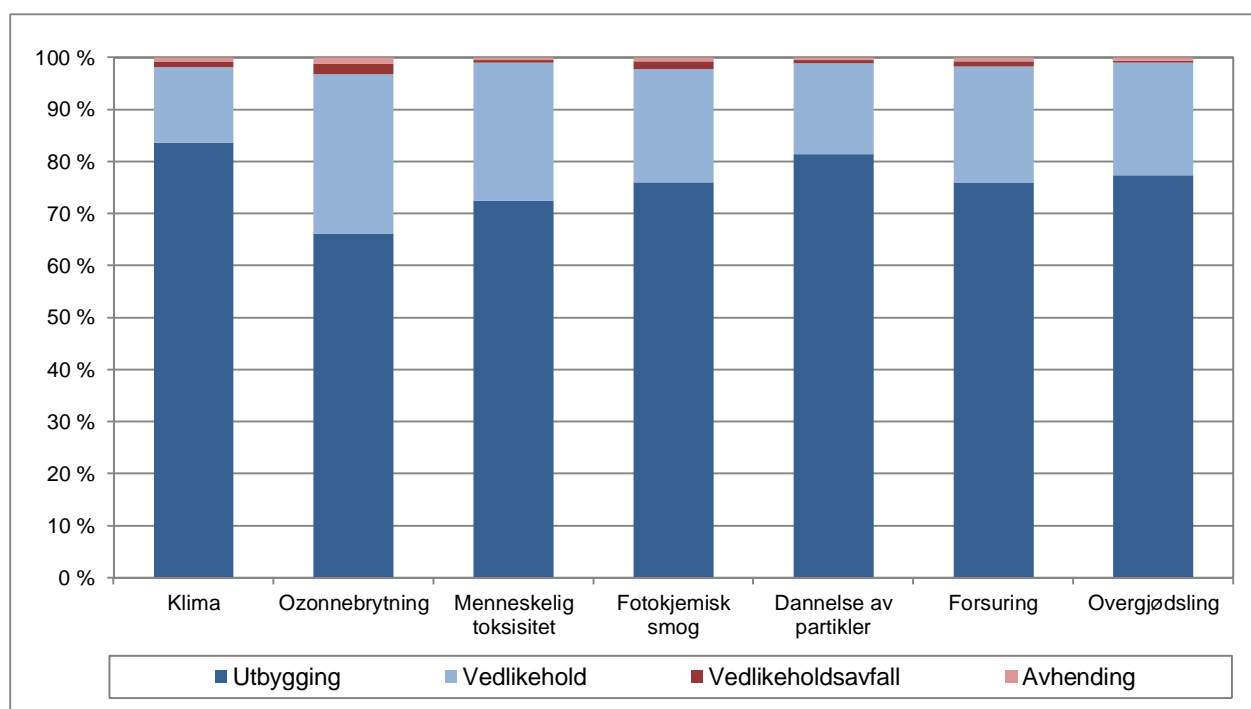
Metall til jernbaneskiner var tidligere "høykvalitetsstål". Skinnemetall er ikke høylegering og er derfor endret til lavlegeringsstål med en skrapandel på 37 %; "Steel, converter, low-alloyed, at plant/RER U" og "Steel, electric, un- and low-alloyed, at plant/RER U". Skrapandelen er i henhold til Europeisk snitt for stålproduksjon.

For sprengstoff er forbruket endret fra 1,7 kg/m<sup>3</sup> til 0,7 kg/m<sup>3</sup>, ettersom det foregående var basert på sprengning av tunnel som er mer energiintensivt enn sprengning i dagsone.

Endringer av prosesser fra EcoInvent er beskrevet i tabell med oversikt over datakilder og datakvalitet.

## 4. RESULTATER

### 4.1 Hovedresultater – livsløp



Figur 3: Relative resultater, totalt for livsløpet

- Utbyggingsfasen dominerer påvirkning i alle påvirkningskategoriene
- Vedlikehold bidrar vesentlig til alle kategorier (15 – 30 %)
- Vedlikeholds-avfall og avhending forårsaker minimal påvirkning i alle kategorier

<b>Nytt Dobbeltspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 15 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
---------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

**Tabell 3: Totale resultater for banestrekking Innføring Oslo S**

	<i>Enhet</i>	<b>Utbygging</b>	<b>Vedlikehold</b>	<b>Vedlikeholds- avfall</b>	<b>Avhending</b>
Klima	mill. kg CO2 eq	79,5	13,9	0,9	0,8
Ozonbrytning	kg CFC- 11 eq	3,8	1,8	0,1	0,1
Menneskelig toksisitet	mill. kg 1,4-DB eq	47,3	17,4	0,3	0,3
Fotokjemisk smog	kg NMVOC	265.820	76.030	5.160	2.340
Dannelse av partikler	kg PM10 eq	171.920	36.730	1.430	830
Forsuring	kg SO2 eq	249.440	73.580	3.360	2.260
Eutrofiering	kg P eq	35.590	9.990	135	272

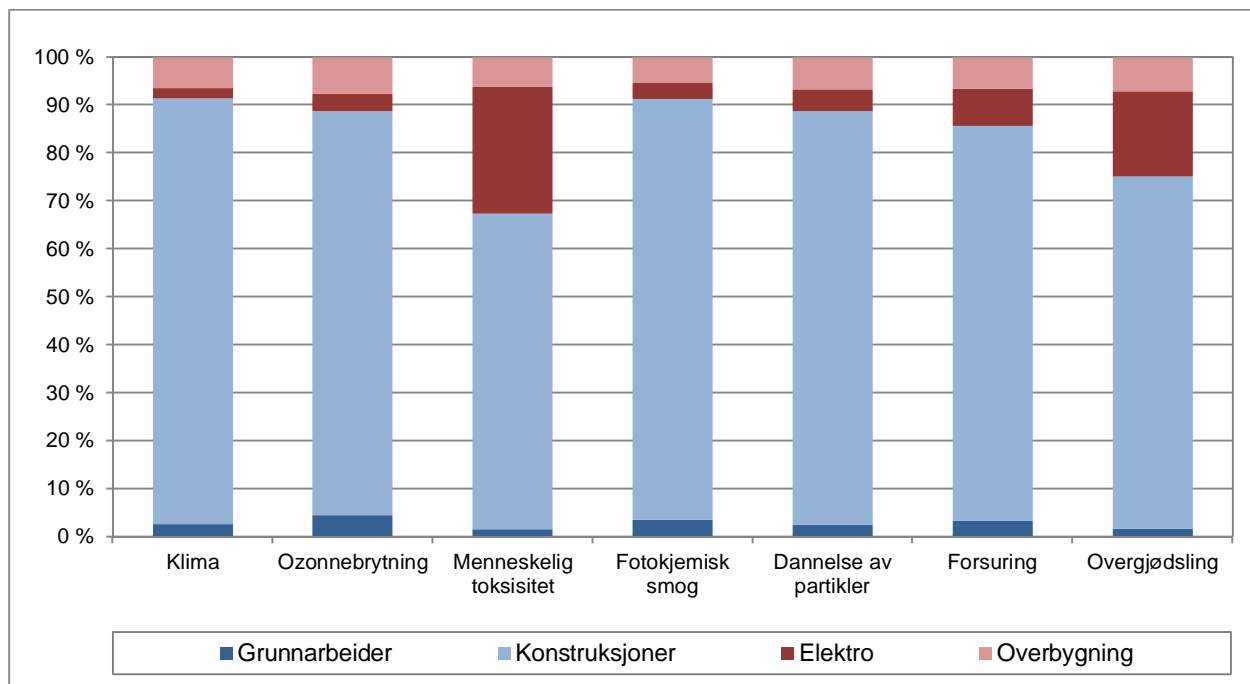
**Tabell 4: Resultater per km dobbeltspor for banestrekking Innføring Oslo S**

	<i>Enhet</i>	<b>Utbygging</b>	<b>Vedlikehold</b>	<b>Vedlikeholds- avfall</b>	<b>Avhending</b>
Klima	mill. kg CO2 eq	17,50	3,05	0,20	0,18
Ozonbrytning	kg CFC- 11 eq	0,84	0,39	0,03	0,01
Menneskelig toksisitet	kg 1,4-DB eq	10.416.900	3.828.600	57.300	70.539
Fotokjemisk smog	kg NMVOC	58.480	16.730	1.135	516
Dannelse av partikler	kg PM10 eq	37.822	8.081	314	182
Forsuring	kg SO2 eq	54.877	16.187	738	498
Eutrofiering	kg P eq	7.830	2.200	29,7	59,8

NB! Tallene i tabell 4 gjelder ikke direkte for dobbeltspor, da Oslo S omfatter en rekke enkeltsporstrekninger, samt diverse spesielle tiltak. Resultatene er likevel tatt med (basert på halvparten av total lengde enkeltspor, ansett som ca 4,5 km dobbeltspor) for å gi veiledende referansetall ift sammenlikning med øvrige strekninger.

## 4.2 Hovedresultater – Utbygging og komponenter

Resultater for utbygging, som er den viktigste fasen i livsløpet, er gitt i Figur 4. Videre går det inn på resultater for hver av komponentene.

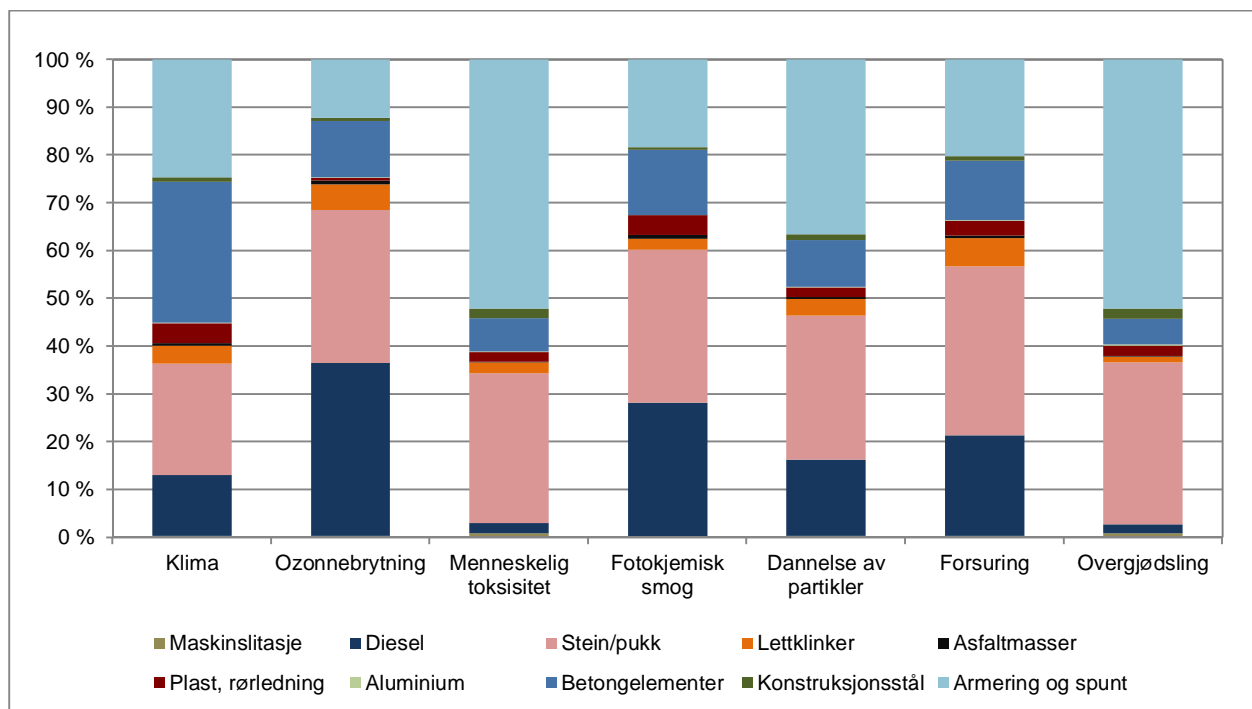


**Figur 4: Relative resultater for utbygging fordelt på komponenter**

- Konstruksjoner dominerer i stor grad påvirkning til alle kategorier, fra omtrent 85 % og mer, med unntak av menneskelig toksisitet og eutrofiering
- Overbygning bidrar til 5 til 10 % i alle kategorier
- Elektro forårsaker bortimot 30 % av påvirkning til menneskelig toksisitet, 20 % til overgjødning og i underkant av 10 % til forsuring. Elektro bidrar i liten grad til de øvrige kategoriene
- Grunnarbeider bidrar med under 5 % i alle kategorier



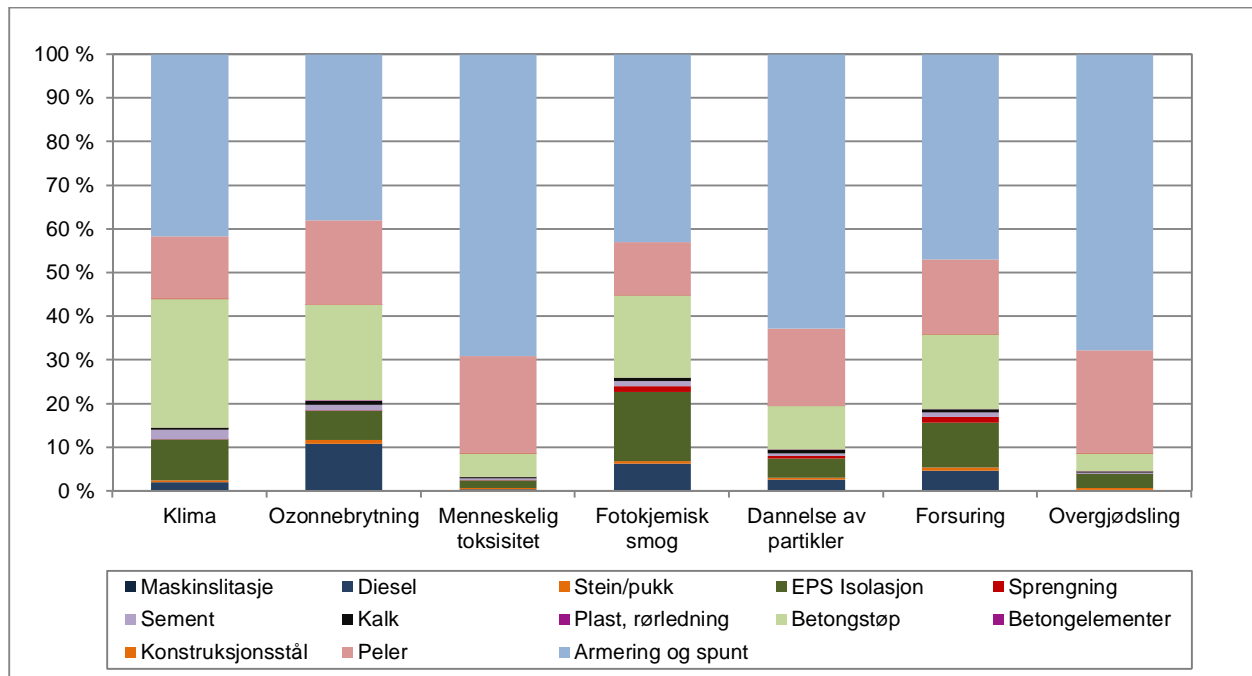
#### 4.2.1 Resultater, grunnarbeider-veier-banelegeme



**Figur 5: Resultater for grunnarbeider, fordelt på innsatsmaterialer**

- Stein/pukk bidrar i stor grad til alle påvirkningskategorier (i størrelsesorden 20-30 %)
- Diesel forårsaker betydelige bidrag i kategoriene ozonnedbrytning, fotokjemisk smog og forsuring, og i noe mindre grad til klima og dannelse av partikler. Diesel bidrar minimalt til menneskelig toksisitet og eutrofiering
- Armering og spunt (hovedsakelig armering av kabelkanaler) bidrar betydelig i alle kategorier, og da spesielt menneskelig toksisitet, overgjødsling og klima
- Betongelementer (her kabelkanaler) bidrar signifikant i alle kategorier, 30 % til klima, 10 – 15 % til ozonnedbrytning, fotokjemisk smog og forsuring og 5 – 10 % til menneskelig toksisitet og eutrofiering

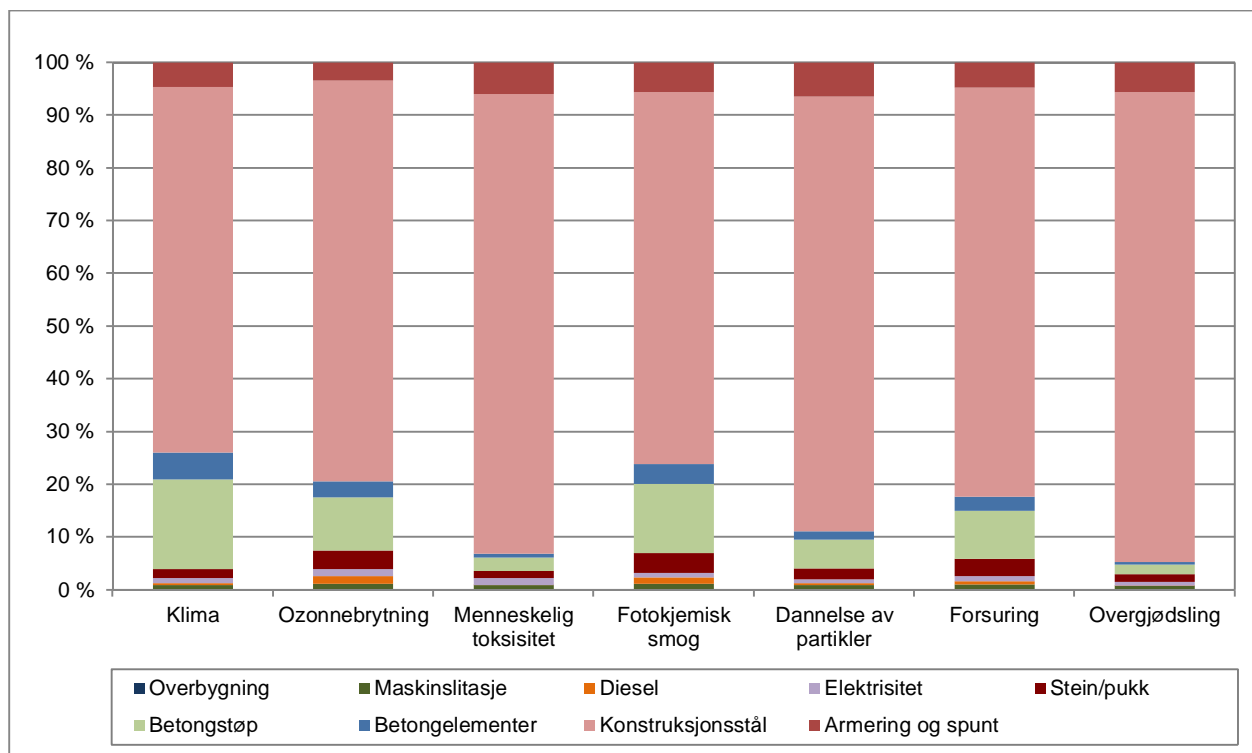
#### 4.2.2 Resultater, konstruksjoner



Figur 6: Resultater for konstruksjoner, fordelt på innsatsfaktorer

- Armering og spunt dominerer miljøpåvirkningen relatert til konstruksjoner, i særlig grad kategoriene menneskelig toksisitet, dannelse av partikler og eutrofiering
- Betongstøp, stålpler og EPS forårsaker relativt betydelige bidrag i alle kategorier. Unntakene er menneskelig toksisitet og overgjødning, hvor betongstøp og EPS bidrar i liten grad
- Diesel gir bidrag av betydning til ozonbrytning, fotokjemisk smog og forsuring

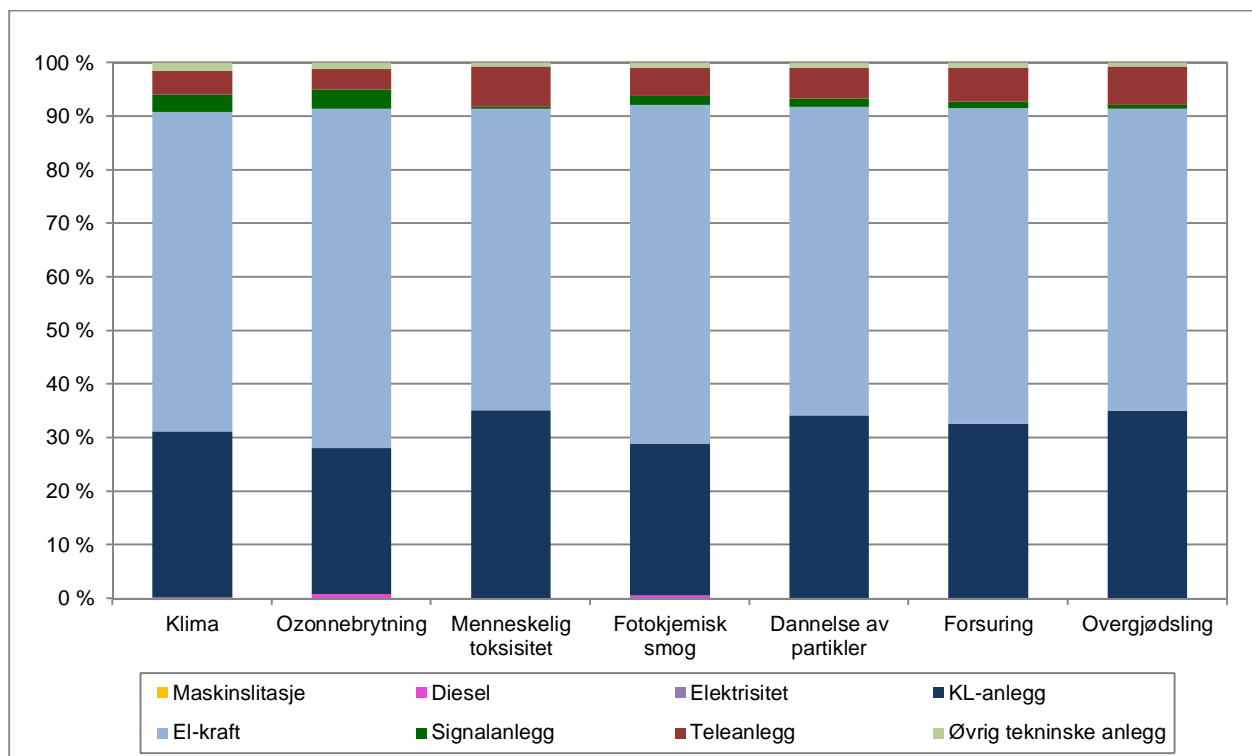
#### 4.2.3 Resultater overbygning



Figur 7: Resultater for Overbygning

- Konstruksjonsstål (som her omfatter skinner) dominerer i svært stor grad miljøpåvirkninger knyttet til overbygningen (75 – 90 %)
- Betongstøp (plate for fastspor) bidrar av betydning (10 – 20 %) til klima, ozonbrytning, fotokjemisk smog og forsuring. For de resterende 3 kategoriene bidrar betongstøp med omtrent 5 – 10 %
- Armering og spunt bidrar, grovt sett, med 5 % til alle kategorier
- Betongelementer (her sviller) gir bidrag av en viss betydning til klima, ozonbrytning, fotokjemisk smog og forsuring
- Stein/pukk gir noe bidrag til ozonbrytning, fotokjemisk smog og forsuring

#### 4.2.4 Resultater, elektro



**Figur 8: Resultater for Elektro**

Elektro er delt inn i 5 klasser; KL-anlegg, EL-kraft, Signalanlegg, Teleanlegg og Øvrig teknisk anlegg (energibruk og maskinslitasje i byggefasen er inkludert, som for de andre komponentene). EL-kraft dominerer i stor grad miljøpåvirkningen. KL-anlegg bidrar også i betydelig grad. Disse to er derfor nærmere analysert for å kunne si noe om hvilke materialer og/eller komponenter det er som forårsaker bidragene. Figurer fra disse analysene er ikke tatt med her, men hovedtrekkene i resultatene er som følger:

- For EL-kraft dominerer transformatorer i stor grad. Andre komponenter som gir bidrag av betydning er kabelanlegg, nøddlys og blybatterier
- For KL-anlegg er bidragene i mye større grad jevnere fordelt på flere komponenter, hvorav de viktigste er; transformatorer, beskyttelsesjord, returledning, strømskinne og åk

### 4.3 Hovedresultater – innsatsfaktorer i utbygging

Alle innsatsfaktorene i utbyggingsfasen og deres relative bidrag til totalutslipp er gitt i tabell 3 nedenfor. Det er fokusert på de viktigste innsatsfaktorene som bidrar til mer enn 3 % av totalen, på samme måte som i forrige fase /1/. Innsatsfaktorer med bidrag > 10 % er uthevet.

<b>Nytt Dobbelspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 21 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
--------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

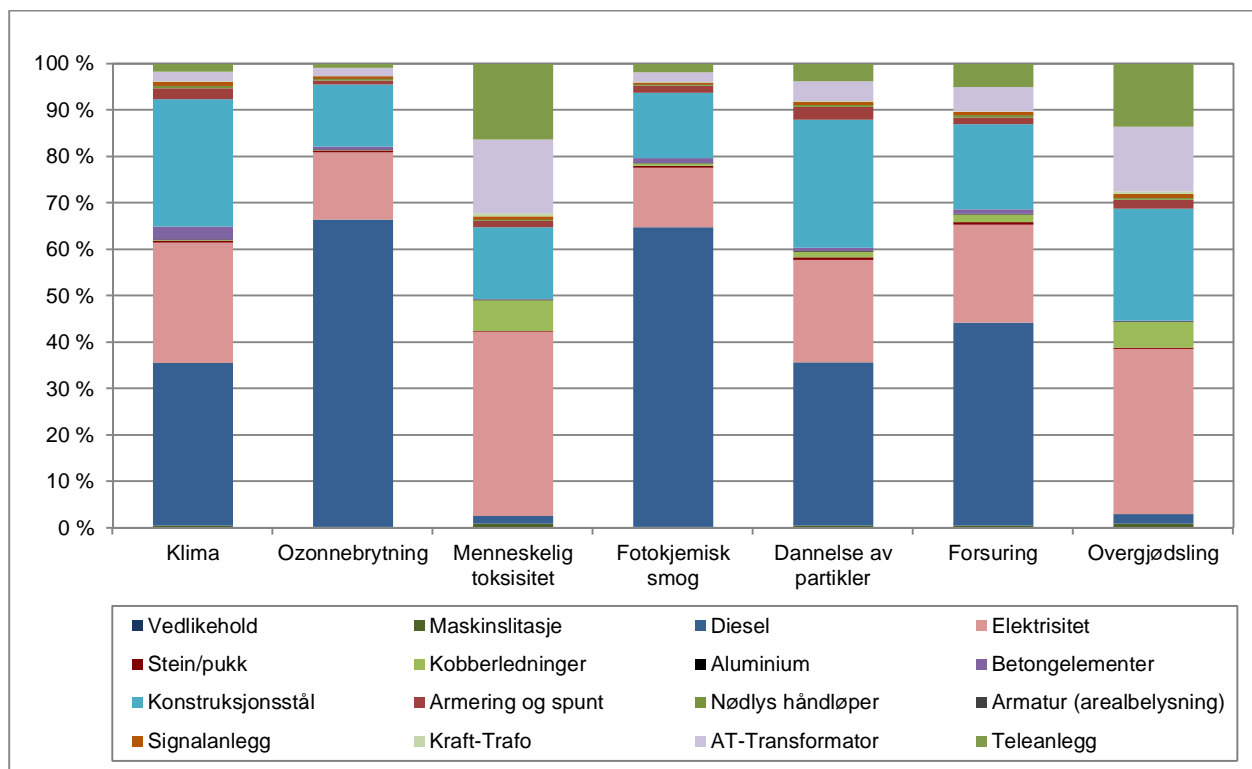
**Tabell 5: Ulike innsatsfaktorerers betydning for utbyggingsfasen**

Totalt	Klima	Ozon- nebrytning	Menn- eskellig toksisitet	Foto- kjemisk smog	Dannelse av partikler	Forsuring	Eutro- fiering
Maskinslitasje							
Diesel		10.8 %		6.5 %	2.6 %	4.5 %	
Elektrisitet							
Stein/pukk							
EPS Isolasjon	8.4 %	5.6 %		13.9 %	3.8 %	8.4 %	
Sprengning							
Sement							
Kalk							
Lettklinker							
Asfaltmasser							
Aluminium							
Plast, rørledning							
Betongstøp	27.3 %	19.2 %	3.8 %	17.3 %	9.0 %	14.8 %	3.2 %
Betongelementer							
Konstruksjonsstål	4.6 %	5.9 %	5.4 %	3.9 %	5.6 %	5.2 %	6.5 %
Peler	12.7 %	16.2 %	14.6 %	10.6 %	15.2 %	14.1 %	17.2 %
Armering og spunt	37.9 %	32.8 %	46.7 %	38.7 %	55.5 %	39.7 %	51.1 %
KL-anlegg			9.3 %			2.5 %	6.2 %
El-kraft			14.9 %		2.6 %	4.5 %	10.0 %
Signalanlegg							
Teleanlegg							
Øvrig tekn. anlegg							

Det er 3 innsatsfaktorer som i særdeleshet dominerer miljøpåvirkningen; Armering og spunt, betongstøp og peler. Armering og spunt omfatter her (hovedsakelig) spunt og avstivningssystemer samt armering i konstruksjoner. Betongstøp benyttes hovedsakelig i konstruksjoner, men også i noen grad i overbygning. Peler omfatter her stålkjernerpeler og stålpeler i konstruksjoner, hvorav stålkjernerpeler utgjør de største mengdene.

Dieselforbruk (hovedsakelig knyttet til grunnarbeider og konstruksjoner), konstruksjonsstål (sort sett benyttet i skinner) og EPS (isolasjonsmateriale i konstruksjoner) er andre viktige innsatsfaktorer som også bør vies oppmerksomhet.

#### 4.4 Resultater – vedlikehold

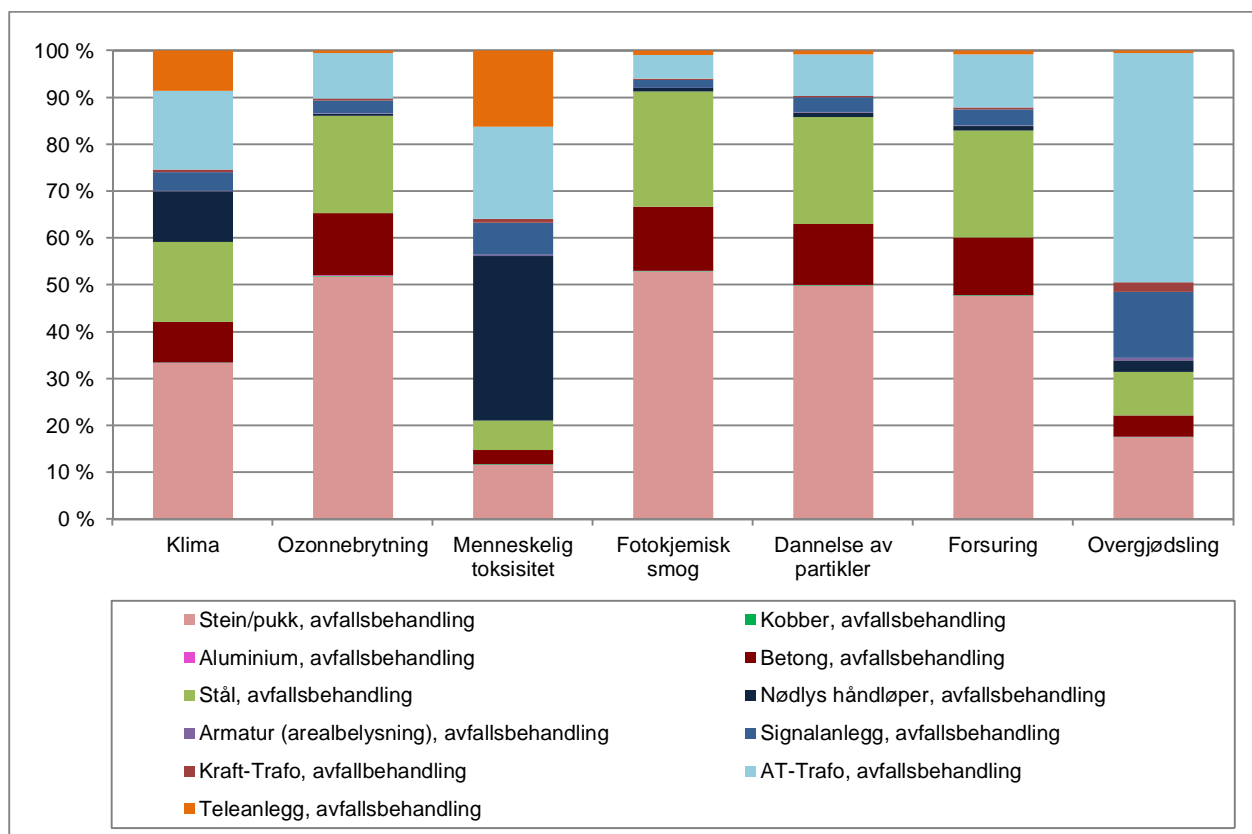


Figur 9: Resultater for vedlikehold, per innsatsfaktor

- For vedlikehold er diesel den innsatsfaktoren som gir de største bidragene i hver effektkategori med unntak av overgjødning
- Elektrisitet bidrar i relativt stor grad til alle kategoriene, og dominerer påvirkning til overgjødning
- Konstruksjonsstål bidrar i samme størrelsesorden som elektrisitet i alle kategorier
- Komponentene teleanlegg og transformatorer forårsaker bidrag av betydning til forsuring og overgjødning

## 4.5 Resultater – avfall og avhending

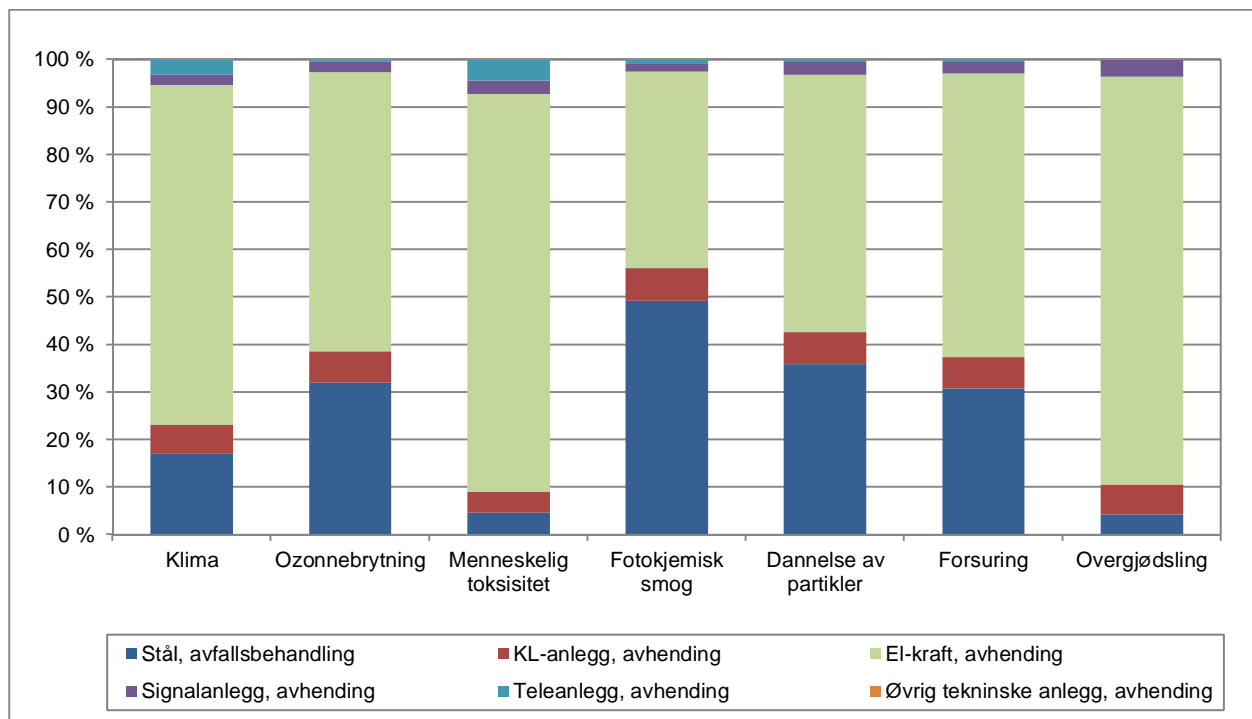
### 4.5.1. Resultater, vedlikeholdsavfall



**Figur 10: Resultater for Vedlikeholdsavfall**

- Miljøpåvirkning for vedlikeholdsavfall er i stor grad dominert av transport av stein/pukk, betong og stål
- Avfallsbehandling av transformatorer er av betydning, spesielt i kategoriene klima og overgjødning
- For klimautslipp er avfallsbehandling av teleanlegg og nødlyshåndløper også relativt viktig

#### 4.5.2. Resultater, avhending



**Figur 11: Resultater for Avhending**

- Avhending av El-kraft-anlegget dominerer i stor grad i alle kategorier, med unntak av fotokjemisk smog. Ved en nærmere analyse av avhending av El-kraft viser det seg at demontering av metallprodukter er den prosessen som gir de største bidragene for El-kraft.
- Avfallsbehandling av stål gir betydelige bidrag i alle kategorier, med unntak av overgjødsling.



<b>Nytt Dobbeltspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 25 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
---------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

#### 4.6 Oppsummering av resultater

Brorparten av miljøpåvirkning, til de 7 kategoriene som er inkludert i analysen, er relatert til utbyggingsfasen. Vedlikehold er også av stor betydning, mens vedlikeholds-avfall og avhending bidrar marginalt.

Konstruksjoner dominerer i stor grad påvirkningen til alle kategorier i utbyggingsfasen. Utslipp her er knyttet til armering og spunt, borstål og bolter, betongstøp, EPS og dieselforbruk.

Overbygning bidrar rundt 5 - 10 % av total påvirkning til alle kategorier. Materialer som hovedsakelig bidrar til miljøpåvirkning her er konstruksjonsstål, armering og spunt og betongstøp.

Innsatsfaktorer av betydning for miljøpåvirkning relatert til Elektro-komponentene er transformatorer, blybatterier, ulike typer kabler og kabelanlegg, strømskinne og åk.

For grunnarbeider er det armering og spunt, betong, stein/pukk og diesel som hovedsakelig bidrar til miljøpåvirkning.

I vedlikeholdsfasen, som bidrar med 15 – 30 % av total påvirkning for alle 7 kategoriene, dominerer diesel, elektrisitet og konstruksjonsstål miljøpåvirkningene.

Miljøpåvirkning relatert til vedlikeholds-avfall er hovedsakelig knyttet til avfallsbehandling av stein/pukk, betong og stål. Mens for avhending, dominerer avfallsbehandling av stål og avhending av EI-kraft-anlegget.

<b>Nytt Dobbelspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 26 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
--------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

## 5. DISKUSJON

### 5.1 Identifikasjon av mulige tiltak for forbedring av prosjektets miljøprestasjon

#### 5.1.1 Stål

Stål i ulik kvalitet omfatter armering i betong og betongelementer, pelers, spunt, skinner og master, og som del av ulike elementer som for eksempel kontaktledningssystemer. Mesteparten av stålet benyttes i utbyggingsfasen.

Reduksjon i stålforbruk vil åpenbart ha en positiv effekt. Når det gjelder armering vil endring her henge sammen med eventuell økning/reduksjon i betongforbruk.

Skrapandel påvirker stålets utslippsintensitet i stor grad, og valg av produsent vil dermed kunne gi signifikant bedring av prosjektets miljøprestasjon i og med at stål totalt utgjør 55 % av klimapåvirkningen. I denne sammenhengen er det verdt å nevne at det produseres armeringsstål i Norge som er 100 % basert på skrap /9/.

#### 5.1.2 Betong

Betongstøp benyttes hovedsakelig i konstruksjonene, og forårsaker betydelige bidrag til miljøpåvirkningen. Reduksjon i bruken av betong og/eller valg av betong med innslag av flyveaske vil være gode tiltak for reduksjon av miljøpåvirkning, som vist i hovedplanfasen /1/. Prosjektet omfatter mye bærende konstruksjoner som ikke uten videre kan skiftes ut med andre former/materialer, men det er aktuelt med fokus på optimalisering av tykkelser mm.

#### 5.1.3 Dieselforbruk

Forbruk av diesel i byggefasen er først og fremst knyttet til graving, opplasting og transport av jordmasser på og ut av anlegget (60 % av totalt dieselforbruk i byggefasen). 20 % av dieselforbruket i byggefasen er knyttet til transport av knuste steinmasser og metaller inn. Det bør legges til rette for korte transportavstander, spesielt i forhold til jordmasser ut fra anlegget og steinmasser inn til anlegget. Når det gjelder transport av stål og betong, skal utslippsintensitet for disse materialenes bruk/omfang være primærfokus, da transportavstand påvirker miljøbudsjettet i langt mindre grad.

(I de foreliggende beregninger er brukt følgende transportlengder, for bil med last: Jord ut - 20km, berg ut – 10km, knuste masser inn – 15km).

#### 5.1.4 EPS

EPS, som benyttes til isolasjon i konstruksjoner, er et utslippsintensivt materiale. Til tross for små mengder, relativt til andre innsatsmaterialer, gir EPS bidrag til totalresultater av betydning i de fleste kategoriene (omtrent 7 % for klima). Det bør derfor ses på muligheter for å redusere materialmengde, samt vurdere bruk av mindre utslippsintensive isolasjonsmaterialer. Eksempelvis vil lettklinker eller skumglass kunne være alternative materialer (som dog vil kunne gi noe endrede utførelsesformer).

#### 5.1.5 Sprengning

Prosjektet har så lite sprengningsvolum at påvirkningsgrad og alternativer anses ubetydelig.

<b>Nytt Dobbelspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 27 av 35 Dok.nr.: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
--------------------------------------------------------	----------------------	----------------------------------------------------------------------------

## 5.2 Usikkerhet og datakvalitet

### 5.2.1 Usikkerhet knyttet til innsatsfaktorer

Det er foretatt en kvalitativ vurdering av datakvaliteten for de ulike innsatsfaktorene. Dette er oppsummert i Tabell 6, og for de viktigste faktorene nærmere beskrevet i videre tekst.

**Tabell 6: Kvalitativ vurdering av datakvalitet for innsatsfaktorer**

	Modellering	Kvalitet	Betydning	Kommentar
Maskinslitasje	Modifisert med utgangspunkt i ecoinvent	Medium/god	Liten	For tog, lastebil, Robel og gravemaskin
Dieselforbruk	Utslippsfaktor for lastebil	Medium/god	Stor	Produksjon og forbrenning
Stein/pukk	Generiske prosessdata	Medium	Liten	Produksjon
Lettklinker	Generiske prosessdata	Medium/god	Liten	Produksjon
Asfaltmasser	Modifisert med utgangspunkt i ecoinvent	Medium/god	Liten	Knusing og transport
Plast, rørledning	Modifisert med utgangspunkt i ecoinvent	Medium/god	Liten	Produksjon
Aluminium	Modifisert med utgangspunkt i ecoinvent	Medium/god	Liten	Produksjon
Betong, elementer	Generiske prosessdata	Medium	Liten	Produksjon av betong. Videreproduksjon til elementer ikke inkludert
Konstruksjonsstål	Modifisert med utgangspunkt i ecoinvent	Medium/god	Liten	Høykvalitetsstål. Antatt sammensetning er 63 % jomfruelig og 37 % skrap (europeisk og globalt snitt)
Armering og spunt	Modifisert med utgangspunkt i ecoinvent	Medium/god	Stor	Lavkvalitetsstål. Antatt sammensetning er 63 % jomfruelig og 37 % skrap (europeisk og globalt snitt)
EPS	Modifisert med utgangspunkt i ecoinvent	God	Stor	
Sprengning	Generiske prosessdata	Medium	Liten	Inkluderer annet sprengstoff enn det som brukes i Norge
Sement	Generiske prosessdata	Medium	Liten	
Kalk	Generiske prosessdata	God	Liten	
Betongstøp	Generiske prosessdata	Medium	Stor	
Peler	Modifisert med utgangspunkt i ecoinvent	Medium/god	Stor	Bearbeiding av konstruksjonsstål
Elektrisitet	Norsk miks, inkl. inport	God	Liten	Norsk miks
KL-anlegg	Modellert med utgangspunkt i materialsammensetning og generiske prosessdata	Medium	Liten	Grov materialsammensetning
El-kraft	Modellert med utgangspunkt i materialsammensetning og generiske prosessdata	Medium	Liten	Grov materialsammensetning

<b>Nytt Dobbelspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 28 av 35
		Dok.nr.: UOS-10-A-13270
		Rev.: 00B
		Dato: 02.11.2012

Signalanlegg	Modellert med utgangspunkt i materialsammensetning og generiske prosessdata	Medium	Liten	Grov materialsammensetning
Teleanlegg	Modellert med utgangspunkt i materialsammensetning og generiske prosessdata	Medium	Liten	Grov materialsammensetning
Øvrig teknisk anlegg	Modellert med utgangspunkt i materialsammensetning og generiske prosessdata	Medium	Liten	Grov materialsammensetning

Kvaliteten på produksjonsdata og mengdedata for de ulike innsatsfaktorene varierer. Nedenfor er datakvaliteten for de viktigste innsatsfaktorene for miljøprestasjonen beskrevet:

- Utslippsdata for **stål** i ecoinvent-databasen er av god kvalitet. Når det gjelder skrapandel i produksjonen, er dette basert på snitt som gjelder for både Europa og verden totalt. Dette bør justeres dersom man ønsker å benytte stål fra én bestemt leverandør. Når det gjelder skinner, har JBV inngått kontrakt med skinnelieferandør med 25 % resirkulert stål. Videre bør det velges leverandør(er) som tilbyr 100 % skrapbasert armering (hvilket produseres i Norge per i dag).
- For **betong** er produksjonstall basert på et gjennomsnitt for flere produksjonsanlegg i Tyskland, der elektrisitetsmiksen har en utslippsintensitet 4-6 ganger høyere enn norsk miks for de 5 effektkategoriene (med unntak av eutrofiering, hvor utslippsintensiteten er hele 20 ganger høyere). I tillegg kan det også være mulig at øvrig energibruk i produksjonen dekkes av andre energibærere i norsk produksjon i forhold til tysk.
- Når det gjelder isolasjonsmaterialet **EPS**, vurderes utslippsdataene som gode. I og med at EPS er en viktig innsatsfaktor i forhold til miljøbudsjettet, er gode mengdeberegninger viktig.
- Utslippsdata for **diesel**, basert på ecoinvent-prosesser, er gode. Når det gjelder forbruket av diesel er dette basert på transportarbeid for ulike massefraksjoner. Transport av knuste steinmasser og jord utgjør mesteparten av transportarbeidet knyttet til utbygging, og beregninger av transportavstander for disse fraksjoner er dermed viktig for god beregning av dieselforbrukets innvirkning totalt.
- Bruk av **elektrisitet** i utbyggingsfasen gir svært liten betydning i totalresultatet, men i vedlikeholdsfasen er elektrisitetsforbruk såpass mye høyere at det blir relevant. Det er benyttet norsk forbruksmiks, og som det påpekes i rapporten fra forrige planfase /1/ vil nordisk eller europeisk miks forårsake betydelig høyere utslipp.
- For **elektro-anlegget** er materialsammensetning for de ulike komponentene relativt grove, og det er samtidig noe usikkerhet rundt hvilken stålqualität som benyttes i de ulike komponentene. Elektro-anlegget utgjør betydelige bidrag til forsuring og overgjødning gjennom livsløpet.

### 5.2.2 Usikkerhet knyttet til effektkategorier

Kategoriene klima, ozonbrytning, menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, dannelse av partikler, forsuring og overgjødning er inkludert i analysene. For de fleste av disse kategoriene er det høy kvalitet knyttet til utslipps- og påvirkningsberegninger. Unntaket er menneskelig toksisitet, hvor det er en stor grad av usikkerhet knyttet til beregninger av på hvilken måte utslipp av relevante substanser vil påvirke mennesker. Av denne grunn anbefales det at resultater innen denne kategorien ikke tillegges særlig vekt.

### 5.3 Følsomhetsanalyse

Det er utført følsomhetsanalyser for materialer og prosesser som har stor betydning for resultatene og/eller anses som mulige å endre i forhold til mengder forbrukt og leverandørvalg/leverandørpåvirkning.

Det er sett på endring i transportavstand for jord- og steinmasser, redusert forbruk av betong og tilhørende armering, kun 100 % skrapbasert armering samt en kombinasjon av alle disse.

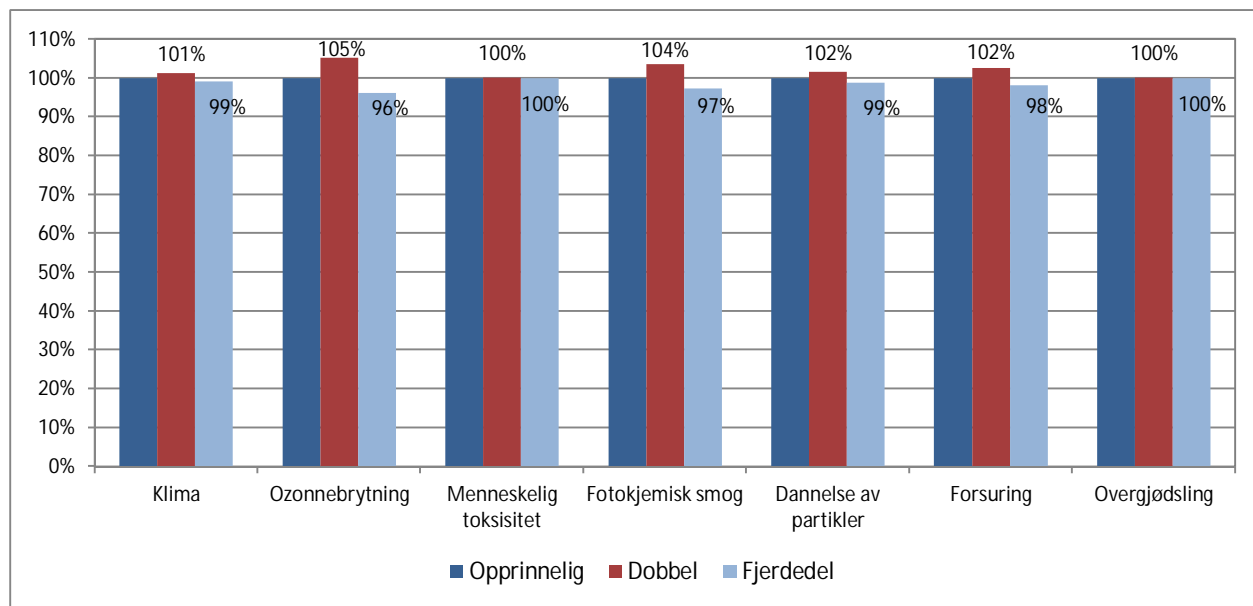
Når det gjelder bruk av betong med innslag av flyveaske, henvises det til hovedrapporten /1/ for betraktninger rundt dette.

#### 5.3.1 Dieselforbruk relatert til transportlengde

For å se på hvor viktig transportavstander er for de *totale* resultatene, er transportavstander for transport av jord/blandet og sprengt stein ut av anlegget og knuste steinmasser inn til anlegget variert.

Transportavstandene er henholdsvis fordoblet og redusert til en fjerdedel av opprinnelig antatt transportlengde.

Resultater, relativ til opprinnelige beregninger, er gitt i Figur 12.

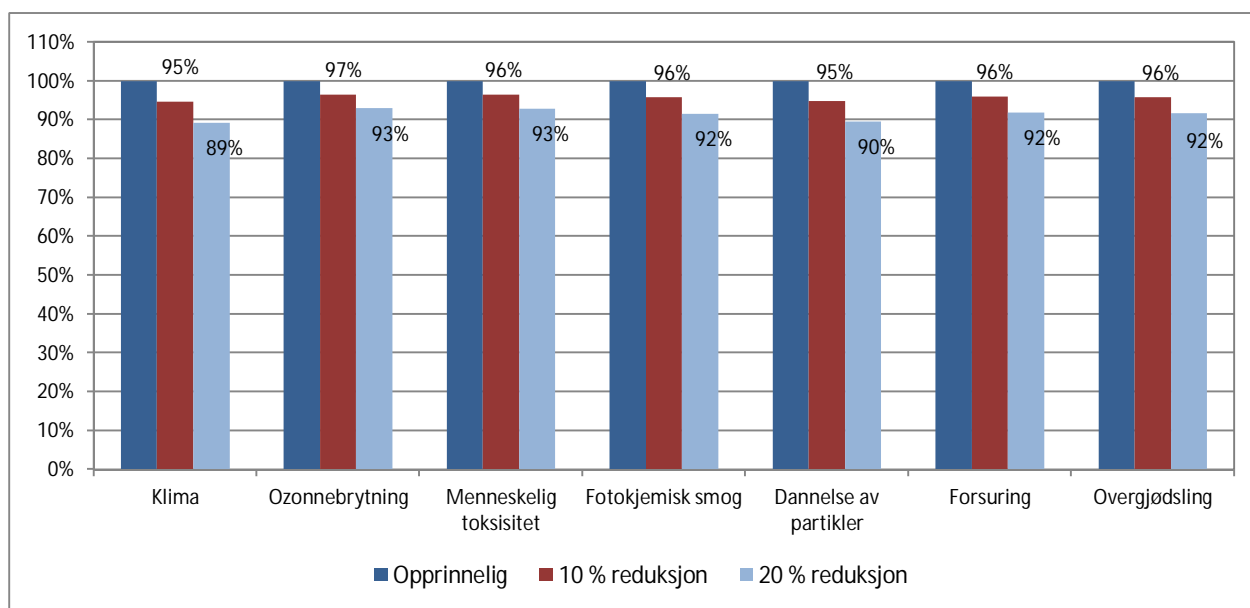


Figur 12: Effekter på utslipp ved endret transportavstand

- Endring i transportavstand vil ha relativt stor påvirkning for kategoriene ozonebrytning og fotokjemisk smog
- Reduksjon til en fjerdedel av opprinnelige antagelser for transportavstand gir en besparelse på 1 % av totale klimagassutslipp
- De endringene i transportavstand som er sett på her, gir så godt som ingen endring i påvirkning til menneskelig toksisitet og overgjødning

### 5.3.2 Mengde betong og tilhørende armeringsstål

Det er vurdert dithen at når det gjelder reduksjon i bruk av betong og armering vil det være mest relevant å se på mengder knyttet til betongstøp og tilhørende armering i konstruksjoner. Dette på grunn av at det er her man har mesteparten av mengdene for disse materialene. Mengder av både betong og armering er redusert med 10 og 20 %, og transportarbeid knyttet til disse materialmengdene er redusert i henhold til dette

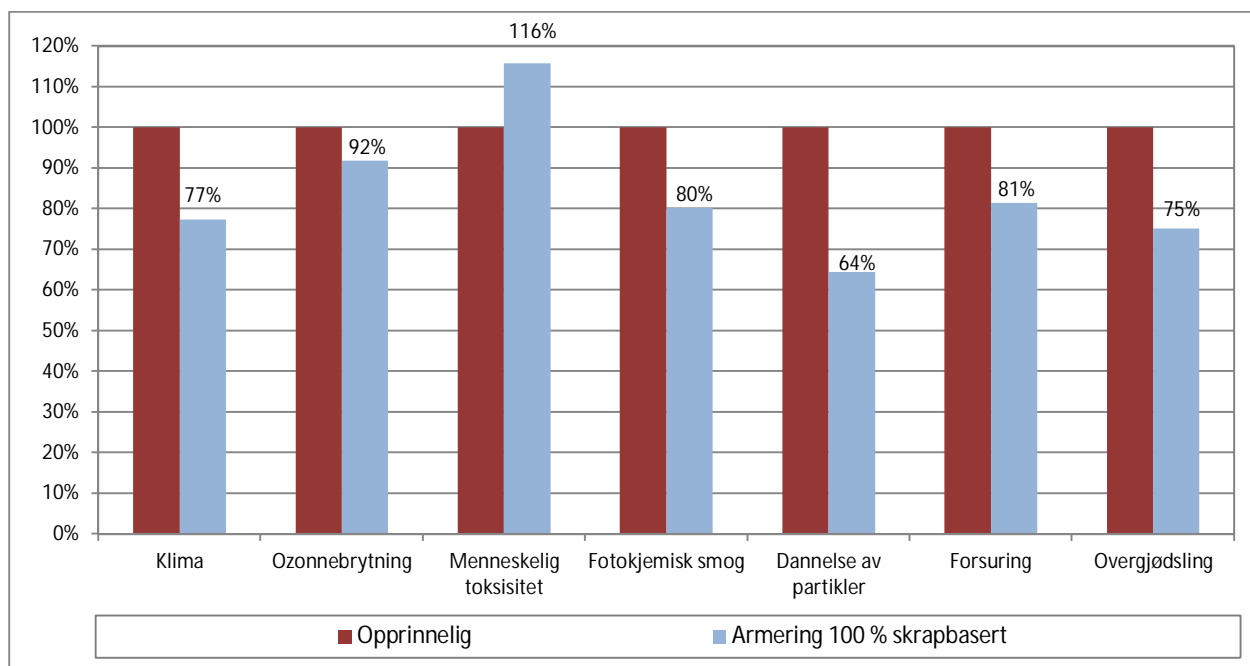


Figur 83: Effekter på total miljøpåvirkning ved redusert betong- og armeringsforbruk

- For hver 10 % reduksjon i betongstøp med tilhørende armering i konstruksjoner, reduserer man utslipp av klimagasser og dannelse av partikler med 5 %
- For de øvrige kategoriene får man en reduksjon i påvirkning på 3-4 %

### 5.3.3. All armering produsert av 100 % resirkulert stål

I analysen er det antatt en skrapandel på 36 % i all armering som forbrukes. Det er beregnet hvilken effekt det vil ha på totalresultatene dersom all armering som forbrukes er produsert av 100 % skrap.



**Figur 9: Effekt på total miljøpåvirkning ved bruk av skrapbasert armering og spunt**

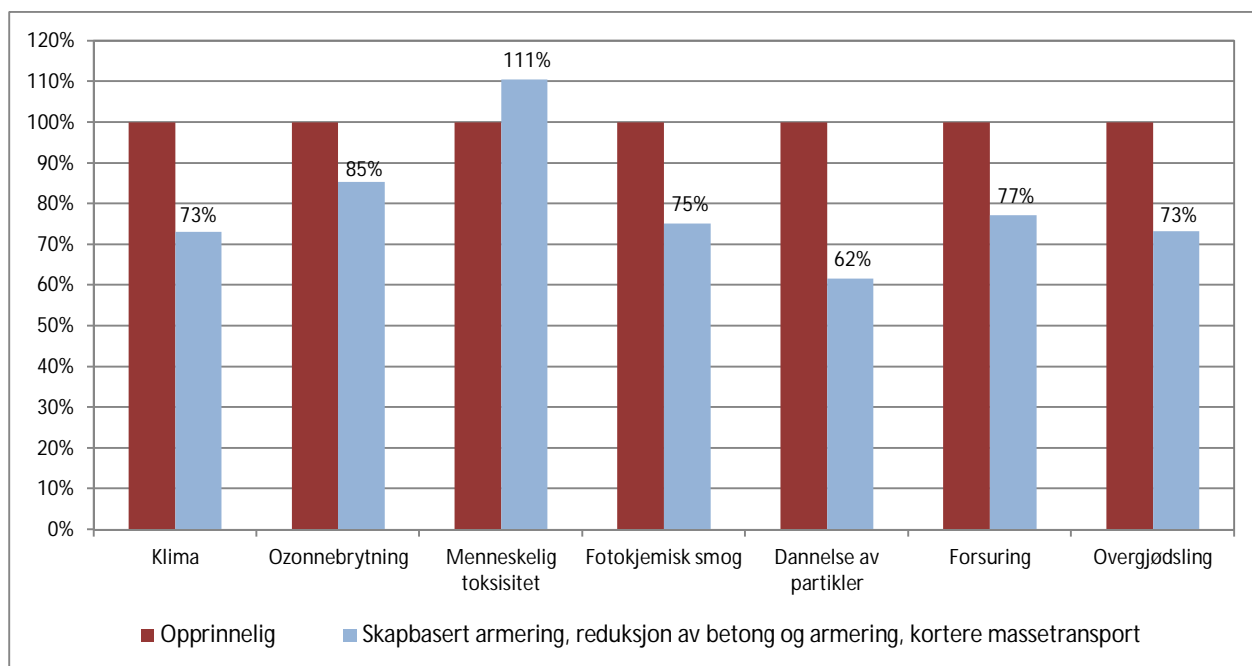
Beregningene viser at skrapandel i produksjonen av armering og spunt er av svært stor betydning for miljøpåvirkningen, med reduksjoner i størrelsesorden 8 % for ozonbrytning og 20 % eller mer for de øvrige kategoriene.

Unntaket er menneskelig toksisitet, hvor man får en økning. Dette henger sammen med oppstrøms prosesser (hovedsakelig brunkull-avfall) for elektrisitetsproduksjon (Europeisk miks).

#### 5.3.4. Kombinasjon av flere tiltak

Det er sett på reduksjonspotensialet for prosjektets miljøpåvirkning ved en kombinasjon av flere tiltak:

- Reduksjon av transportlengder for jord- og steinmasser til en fjerdedel
- 10 % reduksjon i betong- og armeringsforbruk
- 100 % skrapbasert armering



**Figur 15: Besparelser i miljøpåvirkning ved kombinasjon i flere tiltak; all armering 100 % skrapbasert, 10 % reduksjon i betong- og armeringsforbruk og transportavstand for jord- og steinmasser redusert til en fjerdedel**

En kombinasjon av disse tiltakene gir en reduksjon på 25 % av for eksempel klimagassutslippene, og man ser store reduksjonspotensialer innen alle kategorier (med unntak av human toksisitet).



<b>Nytt Dobbelspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 33 av 35 Dok.nr.: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
--------------------------------------------------------	----------------------	----------------------------------------------------------------------------

#### 5.4 Sammenlikning med hovedplanfase, beskrivelse av endringer

Hovedendringer fra hovedplanfasen er ny prosess for ståltype benyttet i skinner, en del elektro-komponenter og andre elementer som rør o.l. Dette var i hovedplanfasen klassifisert som høykvalitetsstål, men er nå endret til lavlegert stål. Utslippsintensiteten for de to ståltypene er svært forskjellig

Ved en sammenstilling av de samlede resultatene fra denne analysen sammen med resultatene fra forrige planfase, ser en at en har fått reduksjon i påvirkning for fire av kategoriene<sup>1</sup>. For forsuring og overgjødning er resultatene dramatisk forskjellige.

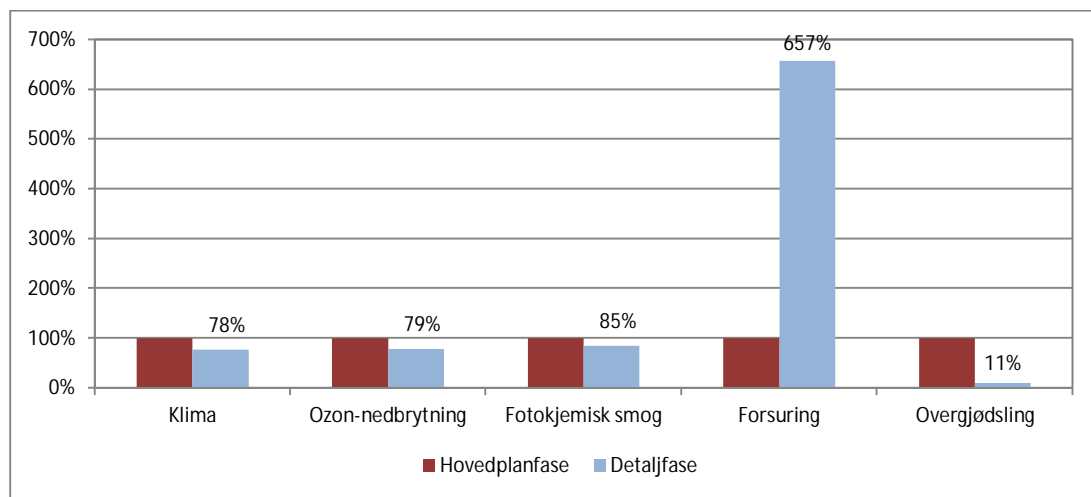
Reduksjonene henger bl.a. sammen med mindre utslippsintensivt stål.

Teknisk sett har prosjektet fått enkelte større endringer fra hovedplan til detaljplan:

- Mer sporlengde, fra ca 7.000m til ca 9.300m
- Mer betongkonstruksjoner, bl.a. ved lukking av Klypen-området. Betongmengdene (plastøpt) har økt fra ca 50.000m<sup>3</sup> til ca 80.000m<sup>3</sup>
- Mer pukk og knuste masser inn til anlegget
- Mindre sementinjeksjon (JET-peler)

I tillegg til endringen av stålqualität i beregningen har de ovenstående tekniske endringer virket sammen til å få de nedenstående utslag.

Den store økningen i betong skulle gitt et større utslipp, men reduksjonen i sementinjeksjon gir et stort bidrag motsatte veien.



**Figur 16: Sammenstilling av resultater mot hovedplanfasen**

<sup>1</sup> Human toksisitet og dannelse av partikler var ikke inkludert i analysen fra første fase

<b>Nytt Dobbeltspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 34 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
---------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

## 6. ANBEFALINGER

På bakgrunn av miljøbudsjettet kan man gi følgende anbefalinger for å bedre prosjektets miljøprestasjon:

- Det må etterstrebtes å benytte skrapbasert armering
- Konstruksjonsstål som benyttes må ha et høyt innhold av skrap
- Mengder og transport av masser i grunnarbeidsfasen bør begrenses så langt det er mulig
- Mengden innsatsfaktorer, spesielt stål og betong bør begrenses
- Betong kan med fordel spesifiseres med en viss mengde flyveaske så lenge dette ikke går ut over kvalitet. Konstruksjonstykkelse optimaliseres
- Type og mengde isolasjonsmateriale bør vurderes

## 7. KONKLUSJON

Banestrekket inn mot Oslo S har størst forbedringspotensiale for miljøprestasjon ved å begrense bruk av stål og betong, samt stille krav til leverandører/kontrahere leverandør slik at en kan velge betong og stål som genererer lavere utslipp i produksjonen.

Forbruk av drivstoff i anleggs- og vedlikeholdsfasen er viktig i forhold til prosjektets totale miljøprestasjon, og bør derfor vies oppmerksomhet. Mengder og transport av masser bør begrenses, samt at vedlikeholdsprosesser bør effektiviseres.

## 8. ERFARINGER

Det første miljøbudsjettet for delprosjektet Innføring Oslo S ble utført som del av pilotprosjektet «Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur» /1/. Metodikken og filosofien var ny, og arbeidene ble utført litt «på siden» av de pågående tekniske vurderinger og planer, som da var på hovedplannivå.

Konklusjoner og grunnlag fra disse arbeidene ble bekjentgjort for ny prosjekteringsgruppe under oppstart av miljøbudsjettet for detaljplanfasen. Grunnet prosjektets svært høye kompleksitet måtte hovedfokus i prosjekteringen settes på teknisk gjennomførbarhet når det gjalt løsningsvalg. Alternativer mhp miljø måtte tildels settes litt på vent til man hadde klart å finne et konsept som løste prosjektets funksjonskrav.

Når man så kom ordentlig igang med miljøbudsjettarbeidene erfarte vi at på detaljplanstadiet er man avhengig av at kostnadsoverslaget er ferdigstilt som grunnlag. Dette for å oppnå tilstrekkelig avklarings- og detaljeringsnivå på underlagsdataene. (Alternativt kan man kjøre to parallelle detaljeringsprosesser, men dette anses ikke regningsvarende, og vil også resultere i endel sprikende data).

Erfaringsmessig ser vi nå at optimaliseringer og hovedgrep mhp miljø i én planfase i hovedsak er avhengig av resultatene fra foregående planfase. Enkeltstående vurderinger og beregninger av spesifikke tiltak/alternativer kan fortløpende beregnes under planfasen som støtte for valg, mens det «komplette» miljøbudsjettet for prosjektet først blir en oppsummering og avsluttende rapport for status ved avsluttet planfase.

Ellers ser vi at modelltekniske forhold og forutsetninger har stor betydning, ref. endring av ståltype i beregningene. Her vil vi etterhvert få mer enhetlige vurderinger ettersom fagmiljøene får jobbet og kommunisert seg imellom.

<b>Nytt Dobbeltspor Oslo – Ski Innføring Oslo S</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	Side: 35 av 35 Dok.nr: UOS-10-A-13270 Rev.: 00B Dato: 02.11.2012
---------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------

## REFERANSER:

/1/ - "Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur". UOS-00-A-36100 rev. 00A. Asplan Viak AS / Jernbaneverket, 06.05.2011.

/2/ - "Veileder for utarbeidelse av miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur". UOS-00-A-90020 rev. 01. ViaNova, Asplan Viak AS / Jernbaneverket, 09.01.2012.

/3/ - "Miljøbudsjett. Vurdering av levetid for materiell". UOS-00-A-10100 rev 00B. ViaNova / Jernbaneverket, 11.04.2010.

/4/ - SimaPro versjon 7.3.3 – [www.pre.nl](http://www.pre.nl)

/5/ - EcoInvent database versjon 2.2 – beskrevet på [www.pre.nl](http://www.pre.nl)

/6/ - "SimaPro Database manual – Methods Library". PRé consultants, 2008. [www.pre.nl](http://www.pre.nl)

/7/ - "Sensitivitet på vedlikeholdsintervall". Utkast til notat fra Asplan Viak oversendt 31. mai 2012.

/8/ - «Innføring Oslo S – Kostnadsoverslag». UOS-10-A-13070. 25.09.2012.

## VEDLEGG:

Sammenstilte mengdematriser:

- Utbygging – Grunnarbeid, veier, banelegeme
- Utbygging – Konstruksjoner
- Utbygging – Overbygning
- Utbygging – Elektro
- Drift og vedlikehold – Alle fag

Prosjekt:	Innføring Oslo S
Alternativ:	4IC5
Element:	Grunnarbeider-veier-banelegeme (Underbygning)

Rev	Beskrivelse	Dato	Sign
00	Arbeidsutgave, Grunnlag for MISA og diskusjon.	24.08.2012	egr

Generelle tekniske forutsetninger			
Massemengning (utvidelse + overmasser)	Fast (p/m <sup>3</sup> )	Les (u/m <sup>3</sup> )	Anbrakt (u/m <sup>3</sup> )
Berg fra tunnelsprengning	1	1,8	1,5
Berg fra TBM (antatt ingen overmasser, men engradete masser, mye hulrom)	1	1,8	1,45
Øvrige berg	1	1,6	1,4
Mørene, sand, grus	1	1,25	1,1
Egenvæker hethet			
Fast berg		2,65	tonn/m <sup>3</sup>
Pukk/knust berg		2,2	tonn/m <sup>3</sup>
Jord og leire		1,5	tonn/m <sup>3</sup>
Lettklinker		0,3	tonn/m <sup>3</sup>
EPS, XPS, PE		0,04	tonn/m <sup>3</sup>
Sement		1,6	tonn/m <sup>3</sup>
Betong (inkl. armering)		2,6	tonn/m <sup>3</sup>
Stål		8,0	tonn/m <sup>3</sup>
Aluminium		2,7	tonn/m <sup>3</sup>
Asfalt		2,5	tonn/m <sup>3</sup>
Øvrig			
Forhold betong / stål i betong	Betong	Stål	
	98 %	2 %	

**Generelle forutsetninger**  
NB Portaler ligger under konstruksjoner.

Datakilde / kvalitet:	Sette inn ny prosess:
xx Tall som ikke inngår direkte i formler, kun til orientering	1. Sett inn kolonne
xx Tall som er avledet av annen gitt hovedmengde	2. Oppdater nummerrekke
xx Usikre tall som må sjekkes før senere prosjekter	3. Oppdater prosessposter/enheter i Prosesskalkulatoren
	4. Legg inn lenke til Sammenheng
	5. Legg til lenke til transport

### 1. Elementbank, enhetsmengder.

Post	Element	Merknad	Spør pr l/m (m)	Bredde, yk-yk	Høyde, uk-uk	Norm,prof., Av (m <sup>2</sup> )	Omkrets betong (m)	Enhhet
<b>2. Mengdekalkulator, til prosess</b>								
		<b>Sted - kommentarer:</b>	<b>Mengde:</b>	<b>Spør-m:</b>				<b>Enhhet</b>
-	Jernbane, 1-spor (Ø608m ballastert+3216m last)		9 284	9 284				0
-	Trellstøtte		160	0				0
-	Beredskapsvei Oslo S (2 deler, grus + asfalt)		475	0				0
-	Beredskapsplass	Areal=	3 550	0				0
-	Steindekker	Areal=	4 000	0				0
-			0	0				0
<b>Summer:</b>			<b>9 284</b>	<b>m</b>				<b>Prosesskode-mengde</b>

Prosess	22 / 82	22 / 82 A	24.65	24.71	24.74	24.9	25 / 81	25	26	43.1	43.2	43.2	43.3	43.4	43.9	44.3	45.2	46.1	46.1A	46.3	8.1.17.71	8.1.17.72	8.1.17.71	8.1.17.73	8.1.17.74	8.1.17.74	52.2	52.34	53.2	54	55	65.1	65.2			
Prosessstekt	Sprengning (i dagen)	Sprengstoff	KC-peler	Fylling med lettklinker	Fylling med EPS	JET-peler	Massefylting av jord	Forrensning av jord	Massefylting av sprengt stein fra dag /	Drensarplast	Overvannsrør plast	Overvannsrør betong	Spilvannsledning (avlep). Plast.	Vannrørstål (brannvann)	Brannvannrørstål.	Trekkeare. r. Plast.	Stikkørner. Betong.	Sandfang g-kummer. Betong.	Sandfang g-armering	Inspeksjons-kummer. Betong.	Kabelkanaler. 1-lap. Betong.	Kabelkanaler. 2-lap. Betong.	Kabelkanaler. Armering	Trekkekanaler	Fundamenter for kontaktdringsanlegg	Fundamenter for lavspenningsanlegg	Fundamenter for signalanlegg	Fundamenter for teleanlegg	Fiberduk	Frostskjening med XPS	Forsterkningslag. Kruste materialer.	Bærelag av mekanisk stabiliserte materiale	Bærelag av bitumens tabliserte materiale	Asfaldtekket-ker-bindlag	Asfaldtekket-ker-slitelag	
Enhhet inn:	p/m <sup>3</sup>	kg	kg	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	proct	p/m <sup>3</sup>	p/m <sup>3</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup>	
Kolonner:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33															

### 3. Innsatsmengde miljø, fra prosess til miljø-innsats-mengde

Omregningsfaktor:	0,7	30	0,3	0,04	1 020				4	8	0,2	5	10	10	1	0,3	0,78	2 %	0,39	0,06	0,12	2 %	0,35	0,30	0,30	0,20	0,20		0,04	2,2	2,2				
Enhhet:		kg/p/m <sup>3</sup>	kg/m	tonn/m <sup>3</sup>	tonn/m <sup>3</sup>	kg/m			kg/lm	kg/lm	m <sup>3</sup> /m	kg/lm	kg/lm	kg/stk	kg/m	m <sup>3</sup> /m	m <sup>3</sup> /stk	av	m <sup>3</sup> /stk	m <sup>3</sup> /m	m <sup>3</sup> /m	av	m <sup>3</sup> /stk	m <sup>3</sup> /stk	m <sup>3</sup> /stk	m <sup>3</sup> /stk	m <sup>3</sup> /stk		tonn/m <sup>3</sup>	tonn/m <sup>3</sup>	tonn/m <sup>3</sup>				
Merknad:		Avledet							Ø250mm	Ø500mm		Ø250mm							tot.volum																
Miljøbudsjett-mengde	0	0	0	234	0	0	0	38 883	0	15,5	2	0	0,8	6	0,0	18	6	32	5	27	630	1 475	344	59	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hjelpemengder (Avledet)											0					15,6		88		71		5817		152	152	0	52	0							

0	38 883	0	Bil
			Dumper
			Lekter
			Samlebånd

Maskinforutsetninger (forbruk og framdrift/kapasitet)			
Lastebil, snitt hastighet	60	km/t	
---*---, kapasitet volum	10	m <sup>3</sup>	
---*---, kapasitet vekt	15	tonn	
---*---, snitt drivstoff-forbruk	0,4	l/km	
Lastebil med henger, snitt hastighet	60	km/t	
---*---, kapasitet volum	16	m <sup>3</sup>	
---*---, kapasitet vekt	25	tonn	
---*---, snitt drivstoff-forbruk	0,5	l/km	5 l/m for trailere med mellom 30 og 50 tonn totalvekt
Dumper, snitt hastighet			
---*---, kapasitet volum			
---*---, kapasitet vekt			
---*---, snitt drivstoff-forbruk			
Gravemaskin, opplasting kapasitet	120	m <sup>3</sup> /time	
---*---, opplasting snitt drivstoff-forbruk	20	liter/time	
Lekter, snitt hastighet			
---*---, kapasitet volum			
---*---, kapasitet vekt			
---*---, snitt drivstoff-forbruk			
Lastetog, forbruk EL-kraft	0,065	kWh/tonnkm	
Samlebånd i dagen	0,505	---*---	

Kjørelengder			
<b>Masser ut:</b>			
Massefylting av jord/blandet, bil	Samlet snittlengde én veg med last:	20	km
Massefylting av jord - Dumper			Usikker
Massefylting av jord - Lekter			
Massefylting av sprengt stein i dagen (bil)	--*--	10,0	km
Massefylting stein, i dagen - Dumper			
Massefylting stein, i dagen - Lekter			
Massefylting av sprengt stein i tunnel (bil)	--*--	1,6	km
Massefylting stein, i tunnel - Dumper			
Massefylting stein, i tunnel - Lekter			
Samlebånd i tunnel	Samlet snittlengde	17,6	km
Samlebånd i dagen	--*--	0,0	km
<b>Masser inn:</b>			
Knuste steinmasser og bearbeidet stein	Samlet snittlengde én veg med last:	15	km
Asfalmasser	--*--	30	km
Kalk og injeksjonsmasser	--*--	10	km
Fersk betong	--*--	10	km
Sement	--*--	10	km
Betongelementer, kabelkanaler, fundamenter mm	--*--	60	km
Stål / armering	--*--	30	km
Øvrig utstyr	--*--	50	km

**Generelle forutsetninger**  
- I transportarbeidet er kalkulert kjøring én veg med last. Returkjøring ligger utenfor dette regnskapet, medmindre returen kommer med last til anlegget.  
- Persontransport til/fra, og inne på anlegget er ikke inkludert i de ovenstående tall.  
- Alle leveranser fra sted norsk grossist/leverandør

### 4. Transport og forbruk

Transport og forbruk, konstruksjoner	Akkumulerte basismengder		Siltasje timer	Diesel liter	El-kraft KWh	Transport tonnkm
	Mengde	Enhhet				
<b>Arbeider på og ut av anlegget:</b>						
Graving og opplasting i dagen	38 883	ulm <sup>3</sup>		324	6 480	
Massefylting av jord - Biltransport med henger	38 883	ulm <sup>3</sup>		810	24 302	833 180
Massefylting av jord - Dumper						
Massefylting av jord - Lekter						
Massefylting stein, i dagen - Biltransport med henger		ulm <sup>3</sup>				
Massefylting stein, i dagen - Dumper						
Massefylting stein, i dagen - Lekter						
<b>Transport inn:</b>						
Knuste steinmasser - bil med henger	109 161	tonn	1 092	32 748		1 637 420
Knuste steinmasser - tog		tonn				
Asfalmasser - bil med henger	615	tonn	12	369		18 443
Kalk og injeksjonsmasser - bil med henger		tonn				
Fersk betong - bil (inkl. utstap hele tversnitt)		m <sup>3</sup>				
Betongelementer, hvelv (inkl. armering) - bil med henger		tonn				
Betongelementer, kummer, rør mm (inkl. armering) - bil med henger	6 348	tonn	254	7 617		380 861
Metaller - inkl. les armering - bil med henger	6	tonn	0	4		168
Skinner - tog		tonn				
Øvrig - bil (lette masser, plastrer, sprengstoff mm)	270	tonn	15	360		13 486
Øvrig - tog		tonn				
<b>Sum:</b>			<b>2 507</b>	<b>71 881</b>	<b>0</b>	<b>2 983 558</b>
			<b>timer</b>	<b>liter</b>	<b>KWh</b>	<b>tonnkm</b>

67.12	71.2	72.1	72.1	72.1	75.11	75.22	75.22	75.3	76	76	76	77	77	77	83.6	
Steindeker av naturstein	Murer av plasstept betong	Murer-armering	Sløyskjer m av tre	Sløyskjer m av stål	Sløyskjer m av glass	Kantstein av naturstein	Rekkverk av betong	Rekkverk av stål	Gjerd av stålflettverk	Vegbelysning-fundament. Stål.	Vegbelysning-mast-aluminium	Vegbelysning-armatur	Skiltgalge-fundament betong	Skiltgalge-aluminium	Skilt. Stål	Spunt- og avstivningssystemer
	m <sup>2</sup>	tonn	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	en	en	en	stk/m	stk/m	stk/m	stk/m	stk/m	stk/m	m <sup>2</sup>	
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
						320				10	10	10				
4 000																
4 000	0	0	0	0	0	320	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0
m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>	tonn	m <sup>2</sup>	stk	stk	stk	stk	stk	stk	m <sup>2</sup>
67.12	71.2	0	72.1	72.1	72.1	75.11	75.22	75.22	75.3	76	76	76	77	77	77	83.6
Steindeker av naturstein	Murer av plasstept betong	Murer-armering	Sløyskjer m av tre	Sløyskjer m av stål	Sløyskjer m av glass	Kantstein av naturstein	Rekkverk av betong	Rekkverk av stål	Gjerd av stålflettverk	Vegbelysning-fundament. Stål.	Vegbelysning-mast-aluminium	Vegbelysning-armatur	Skiltgalge-fundament betong	Skiltgalge-aluminium	Skilt. Stål	Spunt- og avstivningssystemer
0,40		2 % av	176		169	0,24				10	30					
tonn/m <sup>2</sup>			kg/m		kg/m	tonn/m				kg/stk	kg/stk					
t=0,15m						76				0,10	0,30					
1 590			tonn	tonn	tonn	tonn				tonn	tonn		m <sup>3</sup>		tonn	tonn
	0						0					0				
	tonn						tonn					tonn				

Prosjekt:	Innføring Oslo S
Alternativ:	4iC5
Element:	Konstruksjoner (Underbygning)

Rev	Beskrivelse	Dato	Sign
00	Arbeidsutgave, Grunnlag for MISA og diskusjon	24.08.2012	egr

### Generelle tekniske forutsetninger

Masseomregning (utvidelse + overmasser)	Fast (p/m3)	Les (ulm3)	Anbrakt (uam3)	
Berg fra tunnellsprengning	1	1,8	1,5	
Berg fra TBM (antatt ingen overmasser, men ensgradete masser, mye hullrom)	1	1,8	1,45	ulm3, brukt 1,8 fra rapport TBM
Øvrig berg	1	1,6	1,4	
Morene, sand, grus	1	1,25	1,1	
<b>Egenvæker Ætthet</b>				
Fast berg		2,65	tonn/m3	
Pukk/knust berg		2,2	tonn/m3	
Jord og leire		1,5	tonn/m3	
Lettklinker		0,3	tonn/m3	
EPS, XPS, PE		0,04	tonn/m3	
Sement (tarr)		1,6	tonn/m3	
Betong (inkl. armering)		2,6	tonn/m3	
Stål		8,0	tonn/m3	
Aluminium		2,7	tonn/m3	
Asfalt		2,5	tonn/m3	
Øvrig				
Forhold betong / stål i betong	Betong	Stål		
	98 %	2 %		

### Generelle forutsetninger

Datakilde- / kvalitet:	Sette inn ny prosess:
xx	Tall som ikke inngår direkte i formel, kun til orientering
xx	Tall som er avledet av annen gitt hovedmengde
xx	Usikre tall som må sjekkes før senere prosjekter
	1. Sett inn kolonne
	2. Oppdater nummerrekke
	3. Oppdater prosessposter/enheter i Prosesskalkulatoren
	4. Legg inn lenke til Sammenheng
	5. Legg til lenke til transport

2. Mengdekalkulator, til prosess	Sted - kommentarer:	Lengde:	Spor-m:	Bredde, yk-yk	Høyde, uk-ok	Norm.prof., A= (m2)	Enhet	Prosesskode-mengde														
-	Betongtunnel	K131 Fjellpøhugg Mosseveien	76	29	21	0	0	12 000	8 400	216 000		124		7 640	1 910	12 000		152	76		76	
-	Betongtunnel	K132 Tunnel under Loenga	123	29	11	0	0	0	2 838 000		203		34 379	8 595		1		246	123		123	
-	Trau	K133 Trau/Stattermur for utgående Østfoldbane	182	13	11	0	0	0			94		8 890	2 223				182				
-	Betongtunnel	K134 Tunnel ved Savegården	92	39	12	0	0	0	1 755 000		229		24 411	6 103				184	92		92	
-	Betongtunnel	K135 Tunnel i Kjøpen	244	42	12	0	0	0	8 022 500		654		56 008	14 002		2		488	244		244	
-	Betongtunnel	K136 Tunnel under Bispegata	47	64	13	0	0	0	1 188 000		162		20 352	5 088				94	47		47	
-	Trau	K137 Trau for inngående Follobane	59	14	8	0	0	0			46		4 723	1 181				118	59		59	
-	Trau	K138 Trau for Østfoldbanen	123	25	4	0	0	0			154		6 900	1 725				246	123		123	
-	Stattermur, betong	K139 Stattermur langs utgående Follobane	42		6	0	0	0			13		152	38				42			42	
-	Betongtunnel	K140 Tunnel for inngående Follobane	135	12	11	0	0	0			64		11 294	2 824		1		270	135		135	
-	Betongtunnel, avrig	K141 Ombygd tunnel for inngående Follobane	57	10	10	0	0	0			25	1 071 000	1 313	328							57	
-	Stattermur, betong	K142 Stattermur for driftspor til Lodalen	88		3	0	0	0			18		617	154				88			88	
-	Betongtunnel	K143 Tunneltrau for Østfoldbanen	91	20	10	0	0	0			86		11 777	2 944				182	91		91	
-	Betongtunnel, avrig	K144 Ombygd tunnel for Østfoldbanen	94	17	10	0	0	0			81	1 020 000	4 018	1 004								
-	Betongtunnel, avrig	K145 Utvidelse av tunnel under Oslo Ladegård	18	26	5	0	0	0			37		1 061	265								
-	Stattermur, betong	K146 Stattermur ved ruiner i Middeltalerparken	31		4	0	0	0			5		464	116					31		31	
-	Kulvert	K147 Teknisk kulvert	201	8	10	0	0	0	183 000		40		2 979	745		2		201			201	
-	Stattermur, betong	K148 Stattermur langs Bispegata nord	94		7	0	0	0			35		7 721	1 930					94		94	
-	Stattermur, betong	K149 Stattermur langs Bispegata syd	49		5	0	0	0			20		2 960	740					69		69	
-	Stattermur, betong	K150 Stattermur for beredskapsvei nord	38		4	0	0	0			8		641	160					38		38	
-	Stattermur, betong	K151 Stattermur for beredskapsvei syd	40		3	0	0	0			6		406	102					40		40	
-	Fylling Kjøpen + diverse tilbakefylling		0			0	0	0					37 400									
<b>Summer:</b>			<b>1 944</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			<b>Prosesskode-mengde</b>	<b>12 000</b>	<b>8 400</b>	<b>12 202 500</b>	<b>0</b>	<b>39 526</b>	<b>2 091 000</b>	<b>208 706</b>	<b>52 177</b>	<b>12 000</b>	<b>6</b>	<b>2 765</b>	<b>990</b>	<b>0</b>	<b>774</b>
			<b>m</b>	<b>m</b>					<b>p/m3</b>	<b>kg</b>	<b>kg</b>	<b>m3</b>	<b>m3</b>	<b>kg</b>	<b>m3</b>	<b>m3</b>	<b>p/m3</b>	<b>stk</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
									<b>22/82</b>	<b>22/82 A</b>	<b>24,65</b>	<b>24,71</b>	<b>24,74</b>	<b>24,9</b>	<b>25/81</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>36,42</b>	<b>43,1</b>	<b>43,2</b>	<b>43,2</b>	<b>43,4</b>
									<b>Sprengning (i dagen)</b>	<b>Sprengstoff</b>	<b>KC-peler</b>	<b>Fylling med lettklinker</b>	<b>Fylling med EPS</b>	<b>JET-peler</b>	<b>Massesyfning av jord</b>	<b>Fouronse i jord</b>	<b>Massesyfning av sprengt stein fra konstruksjon</b>	<b>Rammingsdører (stål)</b>	<b>Drensarrør-plast</b>	<b>Overvannsrør-plast</b>	<b>Overvanns-rør betong</b>	<b>Vannrør-stål (brannvann)</b>

### 3. Innsatsmengde miljø, fra prosess til miljø-innsats-mengde

Omregningsfaktor:	0,7	30	0,3	0	1 020			50	4	6	0,2	10
Enhet:	kg/p/m3	kg/m	tonn/m3	tonn/m3	kg/m			kg/stk	kg/lm	kg/lm	m3/lm	kg/lm
Merknad:	Avledet							Ø250mm	Ø500mm			
Miljøbudsjettmengde	12 000	8	12 203	0	1 581	2 091	208 706	52 177	12 000	0,3	11,1	8
Hjelpsmengder (Avledet)												0
												0

208 706	52 177	12 000	Bil
			Dumper
			Lekter
			Samlebånd

### Maskinforutsetninger (forbruk og framdrift/kapasitet)

Lastebil, snitt hastighet	60	km/t	
---- * ----, kapasitet volum	10	m3	
---- * ----, kapasitet vekt	15	tonn	
---- * ----, snitt drivstoff-forbruk	0,4	l/km	
Lastebil med henger, snitt hastighet	60	km/t	
---- * ----, kapasitet volum	16	m3	
---- * ----, kapasitet vekt	25	tonn	
---- * ----, snitt drivstoff-forbruk	0,5	l/km	5 l/m for trailere med mellom 30 og 50 tonn totalvekt
Dumper, snitt hastighet			
---- * ----, kapasitet volum			
---- * ----, kapasitet vekt			
---- * ----, snitt drivstoff-forbruk			
Gravemaskin, opplasting kapasitet	120	m3/time	
---- * ----, opplasting snitt drivstoffforbruk	20	liter/time	
Opplasting-maskiner, i tunnel, kapasitet	1,7	lm tunnel pr time	
---- * ----, snitt drivstoffforbruk	90	liter/time	
Lekter, snitt hastighet			
---- * ----, kapasitet volum			
---- * ----, kapasitet vekt			
---- * ----, snitt drivstoff-forbruk			
Lastetog, forbruk EL-kraft	0,065	KWh/tonnkm	
Togtransport diesel-lok i tunnel	xx		
Rigg, service og bolig	xx		

### Kjørelengder

Masser ut:	Samlet snittlengde én veg med last:		Usikker
Massesyfning av jord/blandet, bil	20	km	
Massesyfning av jord - Dumper			
Massesyfning av jord - Lekter	-- * --		
Massesyfning av sprengt stein i dagen (bil)	10,0	km	Se kjørelengdetabell
Massesyfning stein, i dagen - Dumper			
Massesyfning stein, i dagen - Lekter	-- * --		
Massesyfning av sprengt stein i tunnel (bil)	1,6	km	Se kjørelengdetabell
Massesyfning stein, i tunnel - Dumper			
Samlebånd i tunnel	17,6	km	Se kjørelengdetabell
Samlebånd i dagen	0,0	km	Foreløpig ikke aktuelt
Masser inn:	Samlet snittlengde én veg med last:		
Knuste steinmasser	15	km	Fra Vinterbro, inkludert kjøring i tunnel
Asfalmasser	30	km	Innen Oslo-området
Kalk og injeksjonsmasser	10	km	Kalk fra Sjurøyaya
Fersk betong	10	km	Fra Sjurøyaya
Sement	10	km	Fra Sjurøyaya
Betongelementer	60	km	Fra Hanefoss
Betongelementer, andre	60	km	Fra Hanefoss
Stål / armering	30	km	Innen Oslo-området
Øvrig utstyr	50	km	

### Generelle forutsetninger

I transportarbeidet er kalkulert kjøring én veg med last. Returkjøring ligger utenfor dette regnskapet, med mindre returen kommer med last til anlegget. Persontransport til/fra, og inne på anlegget er ikke inkludert i de ovenstående tall.

### 4. Transport og forbruk

Transport og forbruk, konstruksjoner	Akkumulerte basismengder		Sittasje	Diesel	El-kraft	Transport
	Mengde	Enhet	timer	liter	KWh	tonnkm
<b>Arbeider på og ut av anlegget:</b>						
Graving og opplasting i dagen	345 304	ulm3	2 878	57 551		
Massesyfning av jord - Biltransport med henger	326 104	ulm3	6 794	203 815		7 826 490
Massesyfning av jord - Dumper						
Massesyfning av jord - Lekter						
Massesyfning stein, i dagen - Biltransport med henger	19 200	ulm3	200	6 000		318 000
Massesyfning stein, i dagen - Dumper						
Massesyfning stein, i dagen - Lekter						
Opplasting i tunnel (sprengt)		lm spr. tunnel				
Massesyfning stein, i tunnel - Biltransport med henger		ulm3				
Massesyfning stein, i tunnel - Dumper						
Opplasting og massesyfning i tunnel på samlebånd (TBM)		ulm3				
Ventilasjon, borrigg, pumpe, lys, betongspreying, rigg		lm spr. tunnel				
Tunnelboremaskin (TBM) D=10-12m		lm TBM tunnel				
<b>Transport inn</b>						
Knuste steinmasser - bil med henger	127 600	tonn	1 276	38 280		1 914 000
Knuste steinmasser - tog						
Asfalmasser - bil med henger						
Kalk og injeksjonsmasser - bil med henger	14 294	tonn	95	2 859		142 935
Fersk betong - bil (inkl. utstøp hele tverrsnitt)	79 737	m3	1 329	31 895		2 073 162
Betongelementer, hvelv (inkl. armering) - bil med henger		tonn				
Betongelementer, kummer, rør mm (inkl. armering) - bil med henger	82	tonn	3	98		4 914
Betongsegmenter TBM (inkl. armering) - bil med henger		tonn				
Metaller inkl. løs armering - bil med henger	22 869	tonn	457	13 721		686 066
Skinner - tog		tonn				
Øvrig - bil (lette masser, plastrar, sprengstoff mm)	1 609	tonn	89	2 145		80 436
Øvrig - tog		tonn				
<b>Sum:</b>			<b>13 122</b>	<b>356 364</b>	<b>0</b>	<b>13 046 003</b>
			<b>timer</b>	<b>liter</b>	<b>KWh</b>	<b>tonnkm</b>



Prosjekt:	Innføring Oslo S
Alternativ:	4iC5
Element:	Overbygning (spor)

Rev	Beskrivelse	Dato	Sign
00	Arbeidsutgave, Grunnlag for MISA og diskusjon.	24.08.2012	egr

#### Generelle tekniske forutsetninger

Egenvekt Aethet			
Fast berg		2,65	tonn/m3
Pukk/knust berg		2,2	tonn/m3
Jord og leire		1,5	tonn/m3
Lettsinker		0,3	tonn/m3
EPS, XPS, PE		0,04	tonn/m3
Sement		1,6	tonn/m3
Betong (inkl. armering)		2,6	tonn/m3
Stål		8,0	tonn/m3
Aluminium		2,7	tonn/m3
Asfalt		2,5	tonn/m3
Øvrig			
Forhold betong / stål i betong	Volumandel:	Betong 98 %	Stål 2 %

#### Generelle forutsetninger

Datakilde- / kvalitet:	Sette inn ny prosess:
xx Tall som ikke inngår direkte i formår, kun til orientering	1. Sett inn kolonne
xx Tall som er avledet av annen gitt hovedmengde	2. Oppdater nummerrekke
xx Usikre tall som må sjekkes før senere prosjekter	3. Oppdater prosessposter/enheter i Prosesskalkulatoren
	4. Legg inn lenke til Sammenheng
	5. Legg til lenke til transport

Gummistavler mangler 0,0023 m3/m

2. Mengdekalkulator, til prosess	Sted - kommentarer:	Lengde:	Spor-m:	Enhet	Prosesskode-mengde	0 m2	3 380 m3	20 060 m3	9 833 stk	0 m	9 280 m	
-						0	0	0	0	0	0	
-	Ballastert spor UIC54		0									
-	Ballastert spor UIC60		5 900					20 060	9 833		5 900	
-	Fastspor UIC60		3 380					3 380			3 380	
-	Veksel for UIC54, 1:9 R190	7 stk	0									
-	Veksel for UIC54, 1:9 R300	12 stk	0									
-	Veksel for UIC60, 1:12 R500	3 stk	0									
-	Dobbelt kryssveksel for UIC54	8 stk	0									
<b>Summer:</b>			<b>9 280 m</b>	<b>0 m</b>		0	3 380	20 060	9 833	0	9 280	
						Ballastmatter (Rockwool??)	Betongplate, fastspor	Ballastpukk (øvre og nedre)	Betongsviller-betong	Betongsviller-armering inkl imfesting av skinne	Skinner-stål (UIC54)	Skinner-stål (UIC60)

#### 3. Innsatsmengde miljø, fra prosess til miljø-innsats-mengde

Omregningsfaktor:	0,02			0,102	2 %	108	120
Enhet:	tonn/m2			m3/stk	av tot.volum	kg/lm	kg/lm
Merknad:	t=4cm	1,0 m3/m	3,4m3/m	270 kg/stk			
Miljøbudsjett-mengde	0 tonn	3 380 m3	20 060 m3	1 001 m3	163 tonn	0 tonn	1 114 tonn
Hjelpemengder (Avledet)			44 132 tonn		2 765 tonn		

1,328571429

2310

#### Maskinforutsetninger (forbruk og framdrift/kapasitet)

Lastebil, snitt hastighet	60	km/t	
---*---, kapasitet volum	10	m3	
---*---, kapasitet vekt	15	tonn	
---*---, snitt drivstoff-forbruk	0,4	l/km	
Lastebil med henger, snitt hastighet	60	km/t	
---*---, kapasitet volum	16	m3	
---*---, kapasitet vekt	25	tonn	
---*---, snitt drivstoff-forbruk	0,5	l/km	5 l/m for trailere med mellom 30 og 50 tonn totalvekt
Dumper, snitt hastighet			
---*---, kapasitet volum			
---*---, kapasitet vekt			
---*---, snitt drivstoff-forbruk			
Gravemaskin, opplasting kapasitet	120	m3/time	
---*---, opplasting snitt drivstoffforbruk	20	liter/time	
Opplasting-maskiner, i tunnel, kapasitet	1,7	lm tunnel pr time	
---*---, snitt drivstoffforbruk	90	liter/time	
Lekter, snitt hastighet			
---*---, kapasitet volum			
---*---, kapasitet vekt			
---*---, snitt drivstoff-forbruk			
Lastetog, forbruk EL-kraft	0,065	kWh/tonnkm	Lastekapasitet tog, 400 tonn pr tog?
Togtransport diesel-lok i tunnel	xx		
Rigg, service og bolig	xx		

#### Kjørelengder

Masser ut:			
Masser inn:			
Krusste steinmasser	Samlet snittlengde én veg med last:	15 km	Fra Vinterbro, inkludert kjøring i tunnel
Fersk betong	--*--	10 km	Fra Sjørsjøya
Betongelementer, (sviller mm)	--*--	60 km	Fra Hanefoss
Stål / armering	--*--	30 km	Innen Oslo-området
Øvrig utstyr	--*--	50 km	
Ballastpukk, tog	--*--	100 km	Fra Kongsvinger
Skinner, tog	--*--	90 km	Fra JBV-lager ??

#### Generelle forutsetninger

I transportarbeidet er kalkulert kjøring én veg med last. Returkjøring ligger utenfor dette regnskapet, medmindre returen kommer med last til anlegget. Persontransport til/fra, og inne på anlegget er ikke inkludert i de ovenstående tall.

#### 4. Transport og forbruk

Transport og forbruk, konstruksjoner	Akkumulerte basismengder		Sittasje timer	Diesel liter	El-kraft KWh	Transport tonnkm
	Mengde	Enhet				
<b>Arbeider på og ut av anlegget:</b>						
Graving og opplasting i dagen		ulm3				
Masserfylling av jord - Biltransport med henger		ulm3				
Masserfylling stein, i dagen - Biltransport med henger		ulm3				
<b>Transport inn</b>						
Krusste steinmasser - bil med henger		tonn				
Krusste steinmasser (ballast) - tog	44 132	tonn			286 858	4 413 200
Asfaltmasser - bil med henger		tonn				
Kalk og injeksjonsmasser - bil med henger		tonn				
Fersk betong - bil (inkl. utstep hele lversnatt)	3 380	m3	56	1 352		87 880
Betongelementer, sviller mm (inkl. armering) - bil med henger	2 765	tonn	111	3 318		165 917
Metaller - inkl. løs armering - bil med henger		tonn				
Skinner - tog	1 114	tonn			2 172	33 408
Øvrig - bil (lette masser, plastrer, sprengstoff mm)	0	tonn				
Øvrig - tog		tonn				
<b>Sum:</b>			<b>167 timer</b>	<b>4 670 liter</b>	<b>289 030 KWh</b>	<b>4 700 405 tonnkm</b>





Signalanlegg																						Teleanlegg					Øvrige tekniske anlegg									
8.3.37.2	8.3.51	8.3.52.1	8.3.52.31	8.3.52.7	8.3.56.2	8.3.56.3	8.3.61.2	8.3.61.25	8.3.64.51	8.3.64.53	8.3.64.54	8.3.71	8.3.72	8.3.73	8.3.74	8.3.75	8.3.76	8.3.77	8.7.81	8.7.91.1																
Høyspenningsanlegg (kabel)	Innvendig sikringsanlegg (Releanlegg)	Optiske signaler (lyssignal 4-5 lys)	Drivmaskin for sporveksel	Kabler (Signal-)	Baliser	Skap	Fiberkabel	Innferingskabel	Antennemast	Strålekoaksialkabel	Matekabel (Fiberkabel)	Adgangskontrollanlegg	Brannalarmanlegg	Innbruuddsalarmanlegg	Brannslukkeanlegg	Varmeanlegg	Luftbehandlingsanlegg	Kjøleanlegg	Kabelanlegg tunnelventilasjon	Tunnelventilatorer	Pumper															
m	stk	stk	stk	m	stk	stk	m	m	stk	m	m	stk	stk	stk	stk	stk	stk	stk	m	stk	stk															
800		25	68		200	30	4 200	50	1	2 000	750																									
100		4	20		40	5																														
300							1 200	50	1		750																									
1 700							10 600	50		6 000	1 000								3 500	300	0															
1 200							12 000	150		3 000	2 500								1 200	1 200	0															
4 100	300	2a	88	0	240	35	28 000	350	2	11 000	5 000	0	0	0	0	0	0	0	4 700	0	0															
m	stk	stk	stk	m	stk	stk	m	m	stk	m	m	stk	stk	stk	stk	stk	stk	stk	m	stk	stk															
8.3.37.2	8.3.51	8.3.52.1	8.3.52.31	8.3.52.7	8.3.56.2	8.3.56.3	8.3.61.2	8.3.61.25	8.3.64.51	8.3.64.53	8.3.64.54	8.3.71	8.3.72	8.3.73	8.3.74	8.3.75	8.3.76	8.3.77	8.7.81	8.7.91.1																
Høyspenningsanlegg (kabel)	Innvendig sikringsanlegg (Releanlegg)	Optiske signaler (lyssignal 4-5 lys)	Drivmaskin for sporveksel	Kabler (Signal-)	Baliser	Skap	Fiberkabel	Innferingskabel	Antennemast	Strålekoaksialkabel	Matekabel (Fiberkabel)	Adgangskontrollanlegg	Brannalarmanlegg	Innbruuddsalarmanlegg	Brannslukkeanlegg	Varmeanlegg	Luftbehandlingsanlegg	Kjøleanlegg	Kabelanlegg tunnelventilasjon	Tunnelventilatorer	Pumper															
				7/8"																																
COWI				COWI			COWI			COWI									COWI																	
m	stk	stk	stk	m	stk	stk	m	m	stk	m	m	stk	stk	stk	stk	stk	stk	stk	m	stk	stk															
0,70				0,22						0,73									0,13																	
2,70						10,00			100,00										0,47																	
1,50				0,21						0,37									0,25																	
							0,26				0,26																									
4,90	8,00	20,00	50,00	0,43	5,00	10,00	0,26	0,30	100,00	1,10	0,26								0,85																	
20	2	1	4	0	1	0	7	0	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0															

