

## Klimagassutslipp knyttet til fonteneskulpturen Vekselvirkning ved Kommunegården i Bærum

CICERO har gjennomført en forenklet klimagassberegning for fonteneskulpturen «Vekselvirkning» av Marte Eknæs. Skulpturen er et bestillingsverk fra Bærum Kommune som skal stå ved kommunegården i Sandvika



Vekselvirkning - ferdig installert ved Kommunegården i Sandvika. Mars 2023.

## **Sammendrag**

For å lage og drifte fonteneskulpturen gjennom 60 år slippes det ut om lag 10 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Dette er litt høyere enn det årlige utslippet til én nordmann, dersom utslipp innenfor norske grenser fordeles per innbygger.

De synlige delene av skulpturen bidrar med om lag 36 % av utslippene. Dette inkluderer spiralen, steinen og ristene. Annet teknisk utstyr som kreves for å drifte fontenen, men er mindre synlig, bidrar med omtrent 30 % av utslippene. Kunstnerens reiser i forbindelse med prosjektet utgjør 17 % av utslippene. Energiforbruket, gjennom de 60 årene vi antar at fontenen driftes, utgjør de resterende 17 % av utslippene.

Analysen er utført av CICERO på vegne av kunstneren Marte Eknæs. Vi har brukt en forenklet livsløpsanalyse for å estimere klimagassavtrykket til fonteneskulpturen.

## Introduksjon

*Vekselvirkning er en fonteneskulptur for Bærum Kommunegård bestående av rombeporfyrr fra berggrunnen i Sandvika omkranset av et uregelmessig spiralformet rør. Med steinen som midtpunkt og forstyrrelse, ledes vannet fra skulpturens indre og ut i to parallelle kretsløp.*

CICERO har gjennomført en forenklet klimagassberegning for fonteneskulpturen «Vekselvirkning» av Marte Eknæs. Skulpturen er et bestillingsverk fra Bærum Kommune og skal stå ved kommunegården i Sandvika.

Den forenklete klimagassanalysen bygger på metoden livsløpsanalyse. Det er viktig å understreke at resultatene viser et estimat basert på tilgjengelig data og en relativt begrenset analyse.

## Metode

Metoden som brukes er en forenklet livsløpsanalyse (LCA), en såkalt LCA-screening. En slik forenklet analyse vil ikke gi spesielt treffsikre resultater, men kan brukes for å få oversikt over hva som er sannsynlig størrelsesorden på miljøpåvirkning og sannsynliggjøre hvilke innsatsfaktorer/deler av livsløpet som kan være særlig viktig for totalavtrykket. Den forenklete analysen bygger på et begrenset datagrunnlag, og der data har vært mangelfull er det gjort antakelser basert på kvalifiserte gjetninger. Dette vil derfor påvirke treffsikkerheten til resultatene. Om man ønsker mer treffsikre beregninger, anbefales det å gjøre grundigere analyser der datakvaliteten er bedre.

LCA er en metode som brukes for å kvantifisere den fullstendige miljøpåvirkningen til produkter og tjenester over et helt livsløp. Dette inkluderer miljøpåvirkning knyttet til for eksempel utvinning av råmaterialer, produksjon av materialer som går inn i produktet, energibruk og avfallshåndtering gjennom hele livsløpet.

Denne analysen begrenses til klimagassutslipp. CO<sub>2</sub> er den viktigste klimagassen, men analysen inkluderer også andre klimagasser. Klimagassene tillegges en vekt som gjenspeiler hvor sterk oppvarmende effekt gassen har. Dette gjør det mulig å legge sammen klimaeffekten av karbondioksid (CO<sub>2</sub>) med for eksempel utslipp av metan og lystgass (to andre viktige klimagasser). Klimapåvirkningen oppgis i kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Metoden som brukes for å vekte klimaeffekten til gassene er GWP100. Det finnes andre metoder, men GWP100 er den metoden som er vanligst å bruke.

Analysen er gjort ved hjelp av LCA-programvaren Activity browser (Steubing et al., 2020) som bygger på Brightway2 (Mutel, 2017). Bakgrunnsdata er hentet fra databasen ecoinvent v.3.8 cut-off (Wernet et al., 2016).

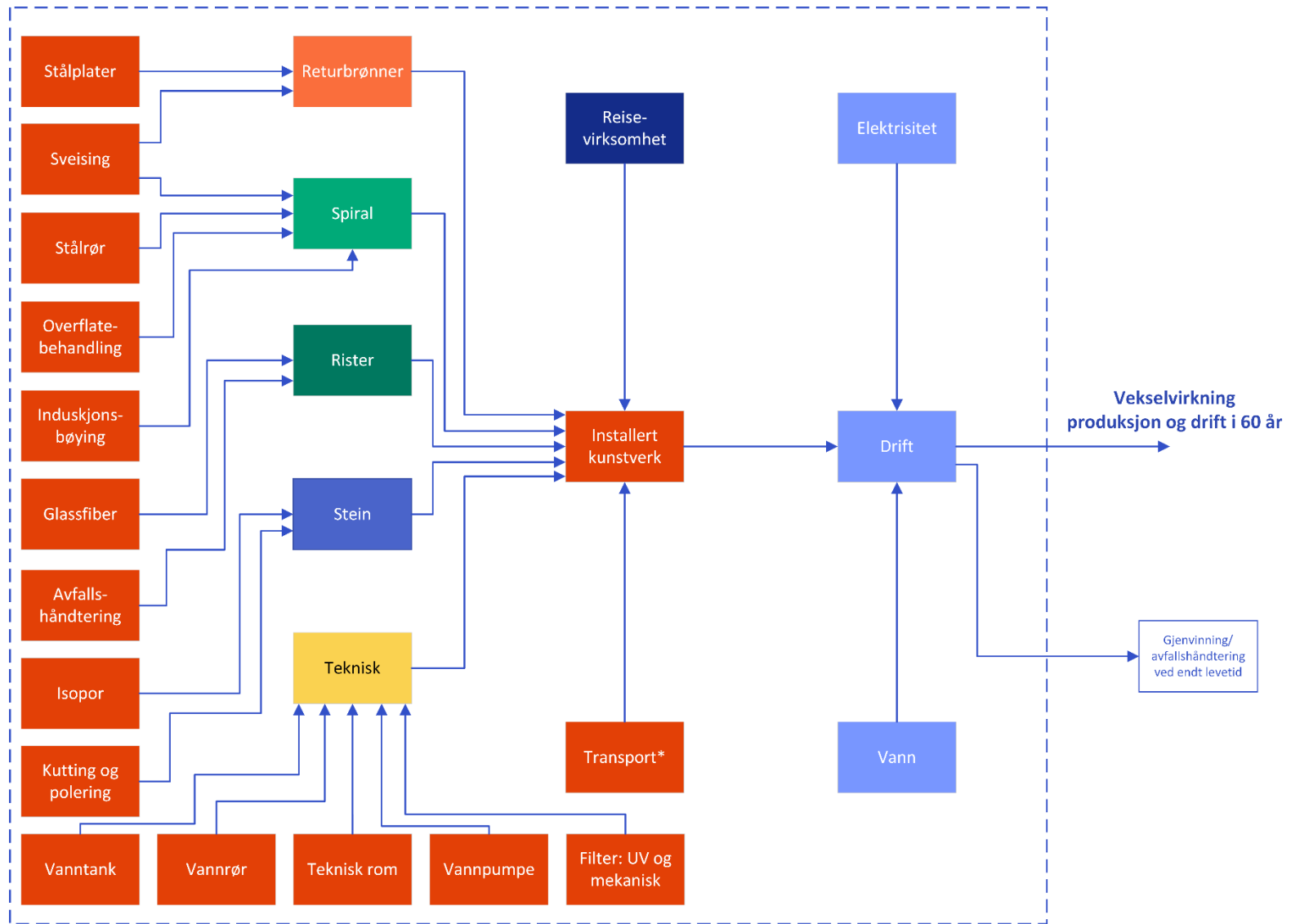
## Mål og omfang

Målet med analysen er å gi et estimat på klimapåvirkningen til fonteneskulpturen Vekselvirkning gjennom 60 år.

Analyseperioden på 60 år er valgt ettersom dette er den typiske analyseperioden som brukes for bygg og uterom (Norsk Standard, 2018). Det er høyst usikkert hva som blir den faktiske levetiden til fontenen.

Systemgrensene er tegnet opp i Figur 1. En nærmere beskrivelse av hver bestanddel er beskrevet i neste seksjon, Grunnlagsdata. I Figur 1 er transportbehovet knyttet til frakt av utstyr vist som én prosess, noe som er en forenklet fremstilling.

Det er verdt å bemerke at enkelte deler er utenfor systemgrensene i denne analysen. Avfallshåndtering ved endt levetid er utelatt. Det er høyst usikkert hva som blir den faktiske levetiden til fontenen, men ulike scenarier ved endt livsløp kunne vært modellert. Erfaringsmessig har avfallshåndtering en beskjeden påvirkning på totalen, særlig når det er begrenset forbrenning av avfallet, noe som vil være tilfelle her. Det tas ellers forbehold om at andre innsatsfaktorer/endret underlagsdata kunne vært inkludert i en grundigere analyse.



Figur 1: Systemgrenser. Fargebruk er konsistent med fargene som er brukt i resultatframstillingen.

\*Merk at transport inkluderer en rekke transportprosesser og -formål og her forenklet er framstilt som en enkeltprosess

## Grunnlagsdata

I denne delen vil grunnlagsdata og antakelser presenteres kortfattet.

Spiral, Rister og Stein representerer materialene som brukes i selve fonteneskulpturen. Returbrønner samt Teknisk utstyr og rom er en mindre synlig, men likevel viktig del av fonteneskulpturen. Reisevirksomhet beskriver personreisene som har foregått i forbindelse med kunstprosjektet. Drift inkluderer vannforbruk og energiforbruk knyttet til drift av fontenen gjennom levetiden.

Analysene omfatter både klimagassutslipp som allerede er sluppet ut og fremtidige utslipp. Analysene tar ikke hensyn til endringer i data gjennom de antatte 60 driftsårene. For eksempel brukes en norsk elektrisitetsmiks som er basert på nåværende tilgjengelig data. Vedlikehold dekkes kun for utvalgte tekniske komponenter, som har samme utslipp som det som installeres i dag, på tross av at dette utstyret nok vil ha lavere utslipp i fremtiden.

Avfallshåndtering som skjer i dag, grunnet svinn i produksjonsprosessen er inkludert. Der det er antatt at avfallet resirkuleres, er ikke selve resirkuleringsprosessen inkludert, kun transport frem til avfallsmottak. Avfallshåndtering ved endt levetid er ikke modellert.

### Spiral

Spiralen består av rustfrie stålrør ( $\varnothing = 9\text{cm}$ ) som er sveiset sammen, induksjonsbøyd og lakkert/overflatebehandlet. Det har til sammen gått med 309 kg stålrør i produksjonen hvorav 205 kg brukes direkte og 104 kg kan regnes som svinn.

Stålet er kjøpt fra Froch Enterprise i Taiwan. Det antas at det fraktes til havnen Anping i Tainan City, derfra med containerskip til Rotterdam, og med lastebil fra Rotterdam til Bø i Telemark hvor stålet blir sveiset og induksjonsbøyd. Deretter fraktes Spiralen til Sofiemyr for lakkering/overflatebehandling før det fraktes til montering i Sandvika. Det er anslått et totalt transportbehov på 6400 tonnkilometer<sup>1</sup> med skip og 650 tonnkilometer med lastebil.

Det er estimert ca. 3 meter med sveising/kutting.

Det er brukt henholdsvis 3L, 5L og 3L av primer-lakk, akryllakk og klarlakk. Som en tilnærming er disse modellert som ved hjelp av ecoinvent-prosessene *acrylic filler*, *acrylic binder* og *acrylic dispersion*.

### Returbrønner

Returbrønnene er laget i rustfritt stål. Hver av brønnene veier anslagsvis 211 kg/stk. Stålet er produsert i Italia og er antatt fraktet med lastebil til Norge.

Det er anslått at 475 kg stål går med til å produsere de to brønnene. Det er antatt 30 meter sveising for å sette sammen brønnene.

---

<sup>1</sup> Tonnkilometer er en enhet som brukes for å beskrive mengden av transport. Det er kort forklart antall tonn ganget med antall kilometer fraktet. Eksempel: Om man frakter 500 kg 300 km gir dette 150 tonnkilometer ( $0,5\text{ tonn} \cdot 300\text{ km} = 150\text{ tonnkilometer}$ ).

Transportbehovet fra Italia (Forli) til Norge (Oslo) er estimert til 1309 tonnkilometer. Lokalt transportbehov i Norge er estimert til totalt 39 tonnkilometer, og modellert med en liten lastebil (3,5-7,5tonn). Dette inkluderer også transport av svinnet til avfallsmottaket, antatt å være i Fredrikstad.

### **Rister**

De to ristene som ligger i returbrønnene, er laget i glassfiber. Det er kjøpt inn tre rister av størrelse 2447 x1220mm, med en spesifikk vekt på 18,5kg/m<sup>2</sup>. Samlet innkjøp er dermed på 166 kg. Dimensjonen på de ferdige ristene er 150 x 150 cm, med en vekt på 83 kg. Halvparten av det innkjøpte materialet er overskudd, men brukes i et annet prosjekt. Utslipp knyttet til produksjonen av overskuddsmaterialet telles derfor ikke på dette prosjektet.

Ristene er kjøpt inn fra ukjent lokasjon i Kina. Det antas at de fraktes 150 km med lastebil før de skipes fra Shanghai til Rotterdam. Deretter transporteres de med lastebil til Sofiemyr, før montering i Sandvika.

### **Stein**

Steinen som brukes er av typen rombeporfyr. Steinen er et biprodukt fra bygging av ny E16 i Bærum. Eknæs valgte først to steiner som ble hentet ut og polert. Deretter bestemte hun seg for en som ble brukt i det endelige verket.

Ettersom steinene som ble hentet ut av steinbruddet ved E16 var et biprodukt og kunne hentes gratis, regnes alle utslipp knyttet til sprengning o.l. til veiutbyggingen. Steinene i seg selv regnes derfor for å ha null klimagassutslipp heftet ved seg.

Transport av steinene bidrar imidlertid til klimapåvirkningen fra kunstverket.

To steiner på henholdsvis 2,5 og 1,8 tonn ble fraktet til Tjodalyng for polering. Videre ble steinene transportert til Sandvika, hvor den minste steinen ble valgt ut for skulpturen og den største ble gitt bort til et annet prosjekt. Denne er derfor ikke lenger innenfor systemgrensene. Steinen som skal brukes transporteres til Skjeberg og tilbake til Sandvika for henholdsvis bearbeiding og montering.

Det samlede transportbehovet er estimert til 1171 tonnkilometer.

Utslipp knyttet til kutting og polering av stein er inkludert på en forenklet måte. Det er modellert ved hjelp av prosesser fra ecoinvent-databasen. Det er antatt kutting tilsvarende å skjære til én steinplate på 50x50x3cm. Det er antatt polering tilsvarende å polere to steinplater på 50x50x3cm.

### **Teknisk utstyr og rom**

For å drifte fontenen trengs en del teknisk utstyr. I denne analysen er følgende inkludert:

- En vanntank i hardplast på 2000 L
- En vannpumpe med effekt 4000W
- UV-filter
- Plastrør
- Mekanisk vannfilter i stål
- Teknisk rom

Det er antatt at vannpumpen har en levetid på 20 år og at det dermed trengs 3stk i løpet av 60 år.

Det er antatt at UV-lampene skiftes hvert andre år og at det dermed trengs 30 UV-lamper i løpet av de 60 årene.

Det er antatt at det samlet sett trengs 20 kg plastrør.

Klimagassutslippet til det tekniske rommet er estimert ved hjelp av en typisk utslippsfaktor (kgCO<sub>2</sub>-ekvivalenter/m<sup>2</sup> BTA) for en uoppvarmet parkeringskjeller (Oslo Kommune klimaetaten, 2020).

### **Reisevirksomhet**

Under reisevirksomhet, telles reiser som er gjort i forbindelse med kunstprosjektet. Dette inkluderer til sammen fire reiser tur/retur Berlin-Oslo. En av reisene ble gjort med bil og ferge. De tre andre reisene ble gjort med fly. Ved to av reisene (inkludert bil- og fergereisen), reiste to personer. I tillegg er det antatt noe reise med bil i Norge (200 km).

Totalt sett er det estimert et transportbehov på 970 vognkilometer<sup>2</sup> med bil, 2480 personkilometer<sup>3</sup> med ferge, og 7080 personkilometer med fly.

### **Drift av fontene**

Det legges til grunn en drift av fontenen i 60 år. Det er oppgitt at fontenen skal driftes fra medio mai til medio oktober og at vannet skal være påskrudd i gjennomsnitt 6 timer per dag.

Energiforbruket består av elektrisitet til sirkulasjonspumpe, renseanlegg og varmekabler. Sirkulasjonspumpen og renseanlegget driftes på henholdsvis 1150 W og 165 W når fontenen er i drift. Varmekablene skrues på når utetemperaturen er under 5 grader celsius.

For å estimere oppvarmingsbehovet, er det benyttet værdata fra Asker Målestasjon for 2022. Data for et enkeltår gir ikke et godt grunnlag for variasjon mellom år, men kan gi en pekepinn for en kvalifisert gjetning. Fra medio mai til medio oktober er det totalt 147 timer med minimumstemperatur under 5 grader. Antallet timer mellom 08:00 og 22:00 (antatt drift kun i denne perioden) under 5 grader er 31. Nåværende analyser gir ikke grunnlag for å si om dette er typiske timeantall. Det antas at vannet må varmes opp når temperaturen er under 5 grader, uavhengig av om fontenen er i drift eller ikke. Antakelsen er derfor 150 timer oppvarming i løpet av et år. Energibehovet til oppvarming virker uansett å ha svært lite å si sammenlignet med pumpeforbruket.

Energiforbruket er anslått til å være ca. 1153 kWh per år. Vannforbruket er anslått å være 3500L/år.

---

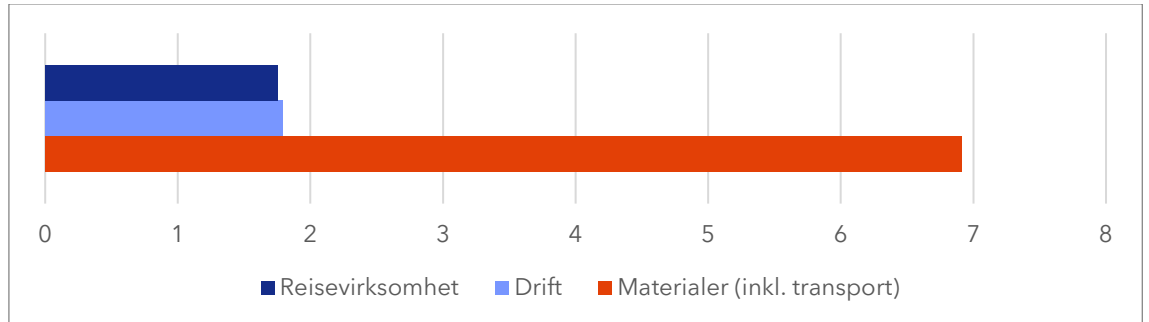
<sup>2</sup> Vognkilometer, også kalt kjøretøykilometer, er antall kjøretøy ganget med antall kjørte kilometer. I dette tilfellet: 1 bil ganget med antall kjørte kilometer.

<sup>3</sup> Se forklaring på tonnkilometer og vognkilometer. Her: antall personer ganget med reiselengde.



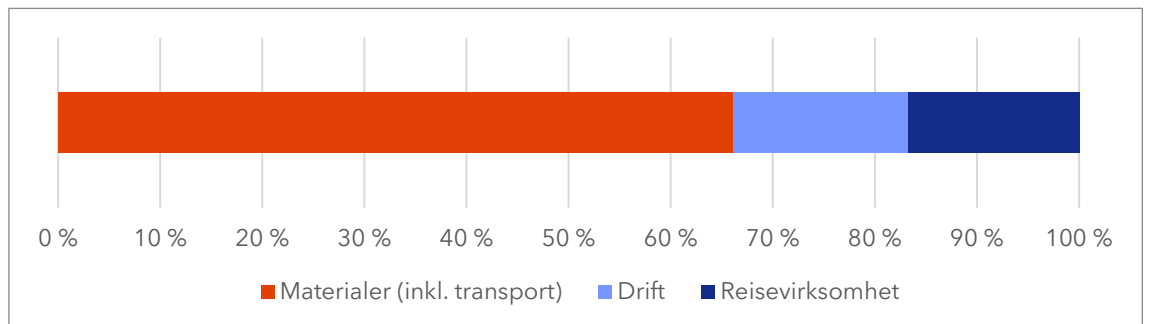
## Resultater

Det er estimert at det samlede klimaavtrykket til Vekselvirkning er på ca. 10,5 CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Figur 2 viser totalresultatene i kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Driftsutslippene er fremtidige utslipp, mens utslipp knyttet til reisevirksomhet og mesteparten av materialer allerede har skjedd (med unntak av noe teknisk utstyr som kreves for å vedlikeholde funksjonen gjennom levetiden, se datagrunnlaget for Teknisk utstyr og rom.) Totalresultatet er direkte relatert til systemgrensene og datagrunnlaget som er beskrevet, og vil kunne endre seg med endret eller forbedret datagrunnlag.



Figur 2: Totalresultater (kgCO<sub>2</sub>-ekvivalenter) brutt ned på kategoriene reisevirksomhet, drift og materialer (inkludert transport)

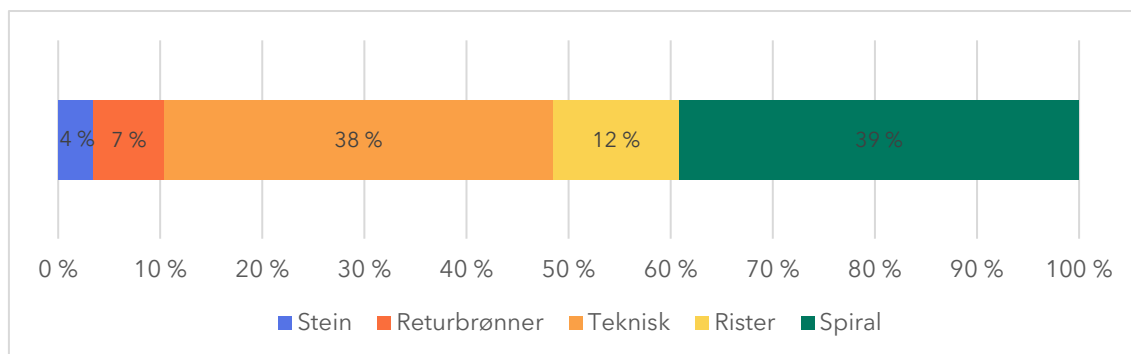
Nedbrutt på de ulike kategoriene, viser resultatene at både reisevirksomhet og drift (energi- og vannforbruk) bidrar med om lag 17 % hver. Materialene (inkl. transport) bidrar med bidrar med de resterende 66 %.



Figur 3: Bidragsanalyse fra de ulike kategoriene.

Resultatene avhenger mye av antakelser knyttet til elektrisitetsbruk. Det er anslått et elektrisitetsforbruk på om lag 1150 kWh per år. Dersom driftstiden og dermed el-forbruket endres vil resultatene endre seg relativt mye. Det er antatt en norsk elektrisitetsmiks som har et svært høyt innslag av fornybare energikilder.

Dersom man bryter ned kategorien Materialer (inkl. transport) ytterligere, kan man se bidragene fra henholdsvis Stein, Returbørner, Teknisk, Rister og Spiral (som beskrevet under datagrunnlag). Disse resultatene viser at spiralen samt det tekniske utstyret og rommet, gir det høyeste bidraget til avtrykket fra selve fonteneskulpturen. De synlige delene av skulpturen står for 55 % av materialutslippene mens, de mer usynlige delene står for 45 %.



Figur 4: Bidragsanalyse av de ulike bestanddelene av fonteneskulpturen, altså nedbrytning av kategorien Materialer (inkl. transport).

## Kilder

Fuglseth M., Dahlstrøm, O. Skullestad, J.L., Borg, A., 2020. Kartlegging av klimagassberegninger for bygg og anlegg i Oslo. Oppdrag for Oslo kommune klimaetaten. Tilgjengelig på: [https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/09/Kartlegging-av-klimagassberegninger-for-bygg-og-anlegg-i-Oslo\\_endelig.pdf](https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/09/Kartlegging-av-klimagassberegninger-for-bygg-og-anlegg-i-Oslo_endelig.pdf)

Norsk Standard, 2018. NS3720:2018. Metode for klimagassberegninger for bygninger

Mutel, C., 2017. Brightway: An open source framework for Life Cycle Assessment. JOSS 2, 236. <https://doi.org/10.21105/joss.00236>

Steubing, B., de Koning, D., Haas, A., Mutel, C.L., 2020. The Activity Browser – An open source LCA software building on top of the brightway framework. Software Impacts 3, 100012. <https://doi.org/10.1016/j.simpa.2019.100012>

Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., Weidema, B., 2016. The ecoinvent version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment 21, 1218-1230.