



TRONDHEIM KOMMUNE
Tråanten tjielte



Utredning av Trondheims sirkulære potensial

juni 2023



Foto: Joshua Ketta, Unsplash

Innhold

Sammendrag	side 3	Del 2: Materialstrømsanalyse av bygge- og anleggsnæringen	side 45-70
Forord og tilnærming	side 14		
Del 1: Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial			
	side 16-44		
Introduksjon og tilnærming	side 18	Hvorfor bygge- og anleggsnæringen?	side 47
Rammeverk for vurdering av sirkulært potensial	side 21	Introduksjon og metode	side 48
Vurdering av næringer med sirkulært potensial	side 23	Resultater av materialstrømsanalysen	side 51
Samspill mellom næringene	side 37	Rammeverk for vurdering av sirkulært potensial	side 66
Oppsummering av sirkulært potensial i næringene	side 41	Områder med potensial for økt sirkularitet	side 67
Konklusjon	side 44	Konklusjon	side 70
		Helhetlig konklusjon	
			side 71
		Vedlegg: Metode og data	side 74-91





Sammendrag

Foto: Joshua Kettle, Unsplash

Indikatorer for å måle og følge sirkulær utvikling i næringene

For å måle sirkulært potensial bygger utredningen tett på rammeverket "Monitoring Framework for Circular Economy" utviklet av Europakommisjonen og EUROSTAT¹. Analysen for å måle Trondheims sirkulære potensial tar utgangspunkt i følgende indikatorer fordelt på fire områder:



Verdiskaping, arbeid og innovasjon

132 067
mill NOK

Verdiskaping
Bruttoprodukt, Målt i faste 2020-priser, 2022

130 040
Antall

Sysselsetting
Antall sysselsatte etter arbeidssted, 2022

6 421
mill NOK

Innovasjon
Investering i FoU, målt i faste 2015-priser, 2020



Gjenvinning og ombruk

30,5*
%

Andel til gjenvinning
Andel avfall til gjenvinning, 2022

?**
tonn

Tilgang på sekundære råvarer
Kvanta tilgjengelig sekundær råvare

?**
%

Forbruk av sekundære råvarer
Andel bruk av sekundære råvarer



Produksjon og forbruk

303 436
tonn

Avfallsmengde
Generert avfall, 2021

2 298
kg/mill NOK

Avfall per verdiskaping
Avfall per verdiskaping tonn/mill NOK. Avfall generert, 2021 og verdiskaping målt i faste 2020-priser, 2022.

?**
tonn

Kvanta konsumert råmateriale
Produsert materiale



Klimagassutslipp

533 445
tonn CO2e

Klimagassutslipp
CO2e-utslipp, 2021

4,02
tonn CO2e /mill NOK

Klimagassutslipp per verdiskaping
Klimagassutslipp per verdiskaping, tonn CO2-ekvivalenter/mill NOK, 2021 og verdiskaping målt i faste 2020-priser, 2022

1] EUROSTAT. Circular Economy: Indicators.

*) Kun analysert for Bygge- og anleggsvirksomhet

***) Fremtidig indikator grunnet mangel på data.



Samspill mellom næringene

Kryssløpsanalyse og hovedfunn

Kryssløpet viser hvordan ulike næringer samhandler. Hvor store kjøp av varer og tjenester gjør de ulike næringene fra hverandre, og hvor store leveranser har de til hverandre?

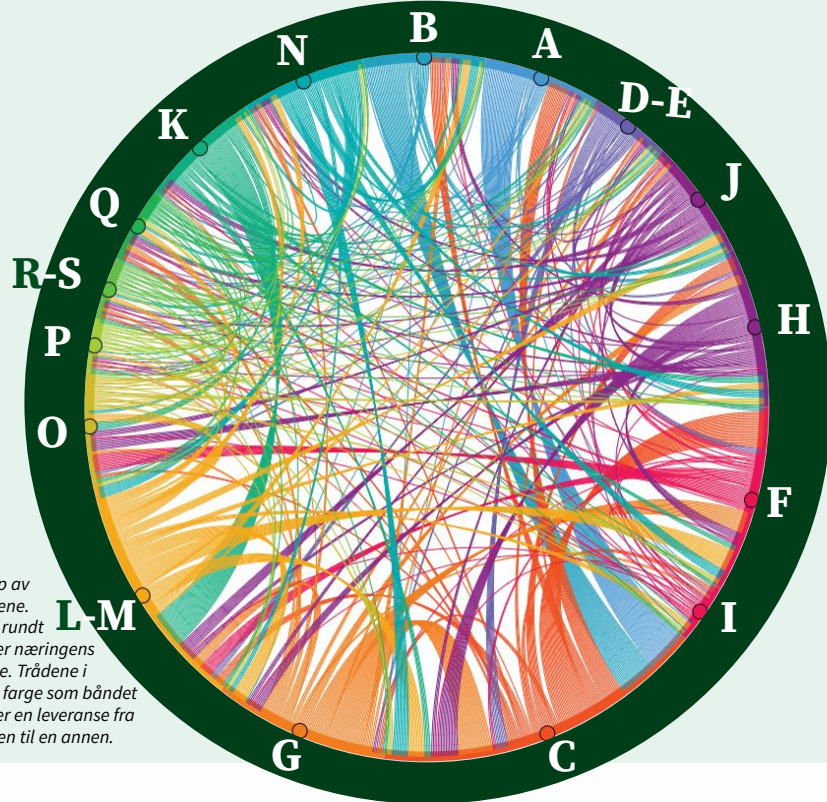
Illustrasjonen til høyre beskriver tre forhold ved hver enkelt næring. Næringens relative størrelse i forhold til norsk økonomi målt i kjøp og leveranser (andelen hver enkelt næring utgjør av sirkelen), hvor mye de leverer til andre næringer, og hvor mye de kjøper fra andre næringer (illustrert med tykkelsen på streken med denne næringens farge).

Industri (C) står for en relativt stor del av kjøp og leveranser av varer og tjenester. Dette er illustrert med rød farge i figuren til høyre. De største kjøpene i industrien kommer fra *Bygge- og anleggsvirksomhet (F)*, og *Jordbruk, skogbruk og fiske (A)*. Mens de største leveransene til *Industri (C)* skjer fra *Bergverksdrift og utvinning (B)*, *Varehandel, reparasjon av motorvogner (G)*, og *Transport og lagring (H)*.

Varehandel (G) har de største kjøpene fra (næringsmiddel-)industrien og fra *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift (L-M)*. De store kjøpene fra eiendomsdrift skyldes at varehandelen i leier logistikk og bygg.

Kryssløpets verdi

En kryssløpsanalyse viser hvor tett alle næringene er vevd inn i hverandre. Det fremkommer at enkelte nøkkelnæringer er avgjørende for at økonomien skal fungere. Videre er det tydelig at det er noen store næringer som har et sterkt avhengighetsforhold til én eller to næringer. Dette illustrerer den komplekse vare- og ressursflyten. Det er derfor avgjørende at tiltak knyttet til sirkularitet ikke kan rettes mot enkelt næringer, men at en hensyntar ressursenes reise fra råvare til ferdig produkt. Kryssløpsanalysen for de mest vesentlige næringene i Trondheims økonomi er en del av utredningen.



Kryssløp av næringene. Båndet rundt indikerer næringens størrelse. Trådene i samme farge som båndet indikerer en leveranse fra næringen til en annen.

A Jordbruk, skogbruk og fiske	F Bygge- og anleggsvirksomhet	J Informasjon og kommunikasjon (IKT)	O Off. adm. og forsvar
B Bergverksdrift og utvinning	G Varehandel, reparasjon av motorvogner	K Finansierings- og forsikringsvirksomhet	P Undervisning
C Industri	H Transport og lagring	L-M Faglig, vit. og tek. tjenesteyting, og eiendomsdrift	Q Helse- og sosialtjenester
D-E El, vann og avløp, og renovasjon	I Overnattings- og serveringsvirksomhet	N Forretningsmessig tjenesteyting	R-S Kultur og annen tjenesteyting

Næringer i Trondheim med stort sirkulært potensial som bør prioriteres i videre arbeid

Avfall (tonn)	Utslipp (tonn CO ₂ e)
Syssel- setting (antall)	Verdi- skaping (Mill NOK)

Basert på den samfunnsøkonomisk analysen, og den helhetlige vurderingen av næringenes sirkulære potensial, bør følgende næringer prioriteres i videre arbeid med sirkulær transformasjon i kommunen. Her illustrert ved et utvalg av indikatorer fra hvert område.



Nåsituasjon per næring og vurdering av sirkulært potensial

Samlet vurdering av sirkulært potensial på næringsnivå i Trondheim er illustrert nedenfor. Potensialet er vurdert for fire områder som hver består av et utvalg indikatorer. Samlet sirkulært potensial er oppsummert til høyre i tabellen. Se rapport for mer detaljert beskrivelse.

Næring	Verdiskaping, arbeid og innovasjon	Gjenvinning og ombruk ¹	Produksjon og forbruk	Klima-påvirkning	Potensial
	2020/2022	2022	2021/2022	2021/2022	
A] Jordbruk, skogbruk og fiske					
B] Bergverksdrift og utvinning					
C] Industri					
D-E] El, vann og avløp, og renovasjon					
F] Bygge- og anleggsvirksomhet					
G] Varehandel					
H] Transport og lagring					
I] Overnattings- og serveringsvirksomhet					
J] Informasjon og kommunikasjon					
K] Finansiering og forsikring					
L-M] Teknisk t.jyting, eiendomsdrift					
N] Forretningsmessig tjenesteyting					
O] Offentlig admin. og forsvar					
P] Undervisning					
Q] Helse- og sosialtjenester					
R-S] Kultur og Annen tjenesteyting					

Nåsituasjon

 Blant topp 5 innenfor dimensjonen i Trondheim

Indikatorene er normalisert for å gi en total vurdering av næringen innen hvert fokusområde, og hvert område er vektet for å muliggjøre sammenligning på tvers.



Verdiskaping, arbeid og innovasjon (33 % av total)



Gjenvinning og ombruk (0 % av total)



Produksjon og forbruk (33 % av total)



Klimapåvirkning (33 % av total)

I tillegg til en kvalitativ vurdering for å fange opp andre effekter.

Vurdering av sirkulært potensial

 Høyt potensial

 Potensial

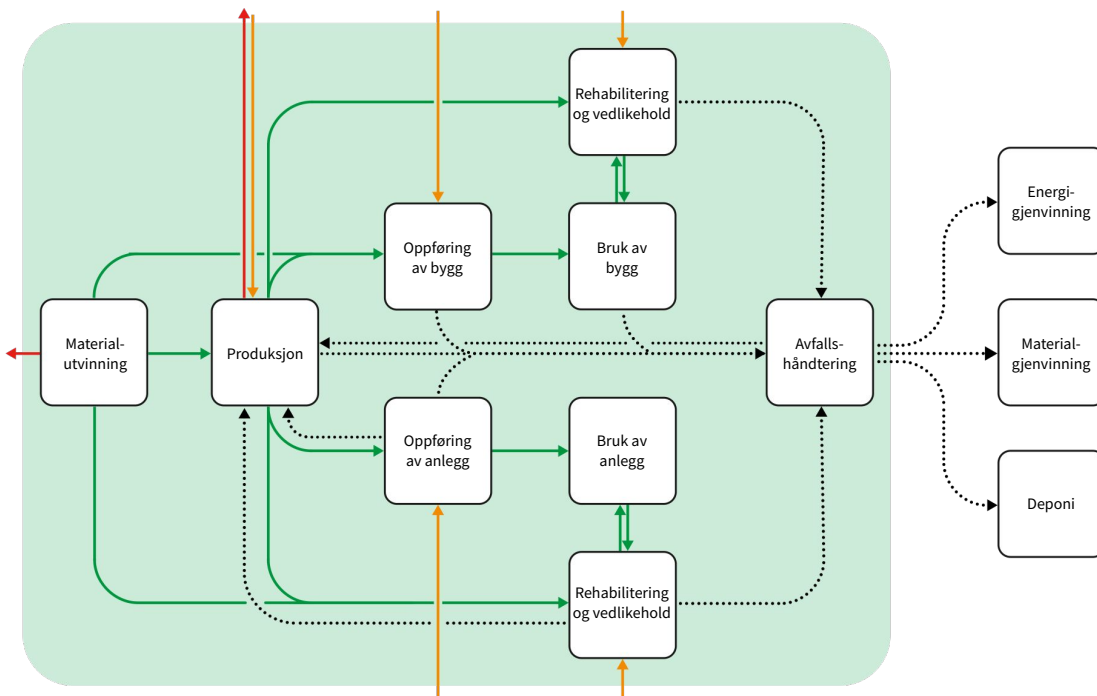
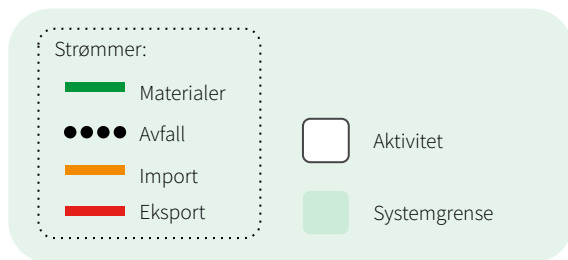
 Mindre potensial

¹ Merk at gjenvinning og ombruk-kolonnen er basert på indikatoren 'Gjenvinningsgrad'. Da dette er data som foreløpig kun er fremskaffet for næring F] Bygg og anlegg (fra Materialstrømsanalyse) er det kun denne næringen hvor nåsituasjon er vurdert.

Materialstrømsanalysen tar for seg verdikjeden for bygg og anlegg med tilhørende strømmer og aktiviteter

Verdikjeden for bygge- og anleggsnæringen

Analysen tar for seg verdikjeden til bygge- og anleggsnæringen, fra lokal utvinning av råmaterialer til avhending av materialer ved endt levetid, for eksempel fra riving av boligbygg. Kommunen er ikke et lukket system, fordi aktører handler materialer som byggeråstoff, og produkter som betong med aktører i andre deler av landet, eller utlandet. Import og eksport av materialer er derfor også markert langs verdikjeden. Noe avfall fraktes også ut av kommunens grenser, men grunnet manglende data er analysen avgrenset til innsamlingen og behandlingen av avfallet uavhengig av hvor denne behandlingen finner sted.



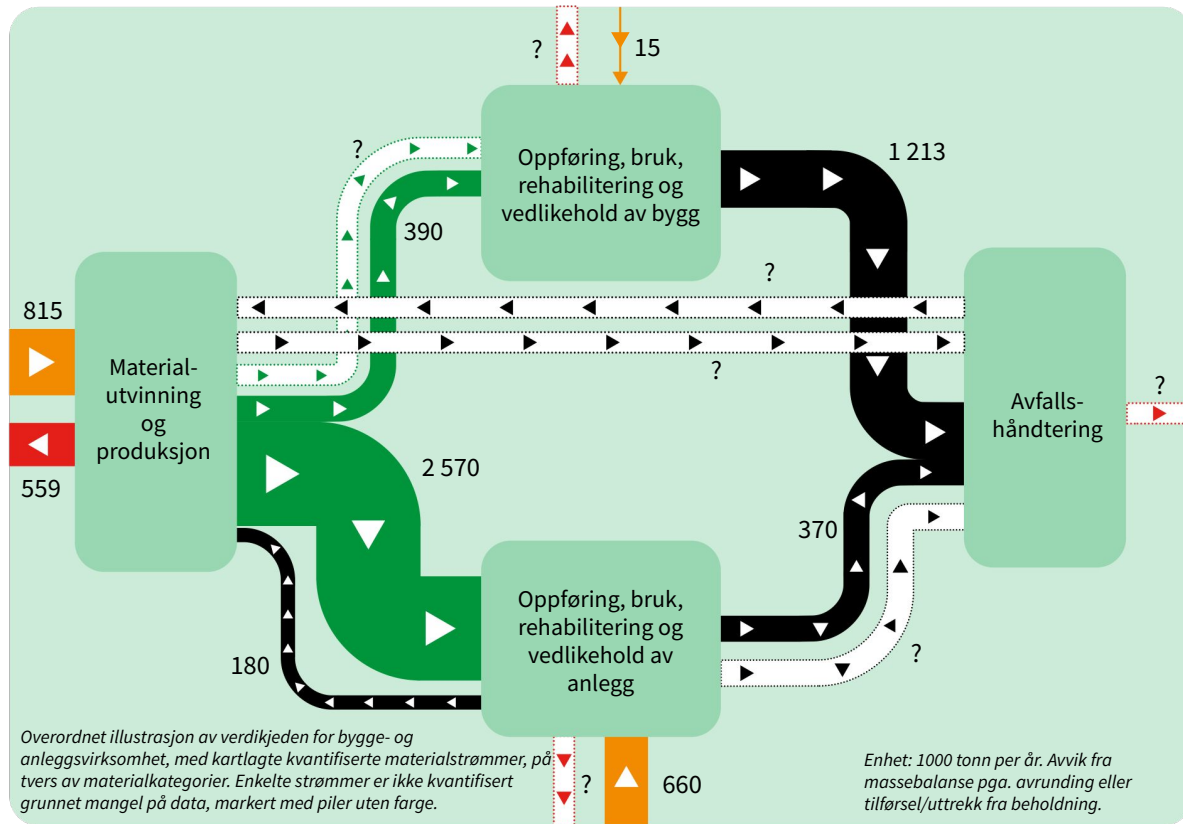
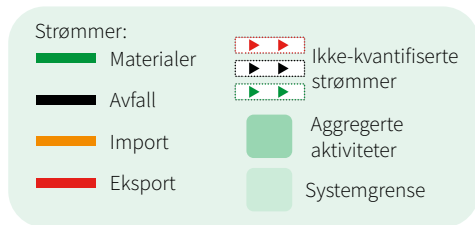
Overordnet illustrasjon av verdikjeden for bygge- og anleggsvirksomhet, med kartlagte materialstrømmer og prosesser.

Overordnet fremstilling av eksisterende materialstrømmer i bygge- og anleggsnæringen

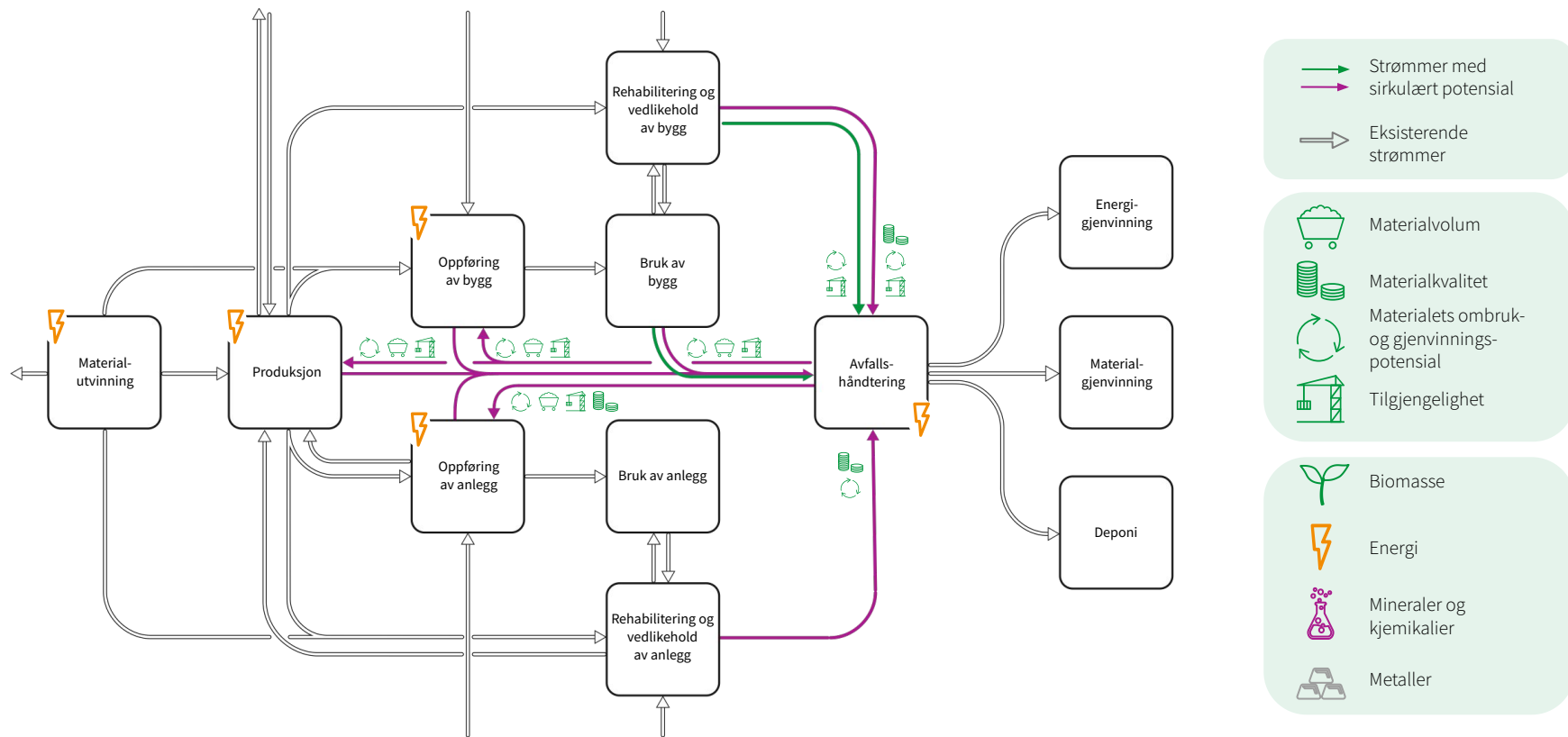
Oppsummering av materialstrømmer

Modellen til høyre fremstiller alle materialstrømmene i bygge- og anleggsnæringen på aggregert nivå, på tvers av materialtyper. Dette er likevel kun strømmene som er kartlagt i arbeidet, og det er derfor sannsynlig at det finnes flere materialstrømmer.

Oppsummert går den største materialstrømmen fra utvinning og produksjon til oppføring, bruk, rehabilitering og vedlikehold i anleggsnæringen. Det er sannsynlig at innsatsfaktorene for bygg i realiteten er større enn analysene her viser, men her er det behov for mer kvalitetssikret data. For detaljert beskrivelse av strømmene se side 51-62 om respektive verdikjedeled. *Viser til Del 2 av utredningen for mer kvalitativ og kvantitativ innsikt om hver respektive strøm.*

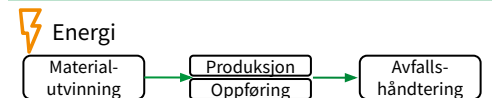
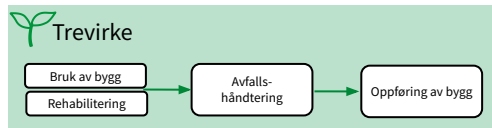
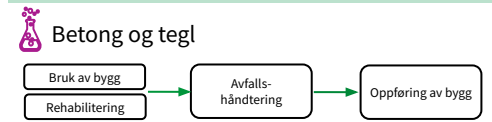
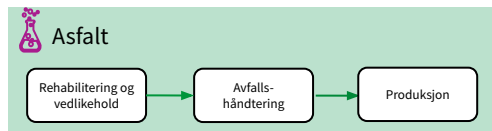
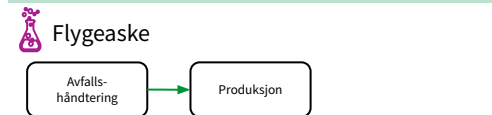
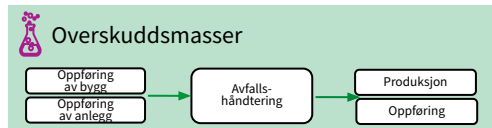


Identifiserte muligheter for økt sirkularitet langs dagens verdikjede



Materialstrømmer med sirkulært potensial i bygg og anlegg

Materialstrøm



Relevante indikatorer



Potensialet går utover valgte indikatorer da energi har andre egenskaper enn øvrige materialkategorier

Beskrivelse av potensial

- Overskuddsmasser fra bygge- og anleggsprosjekter nyttiggjøres i begrenset grad i dag.
- Økt koordinering og samhandling på tvers av verdikjeden realiserer deler av dette potensialet.
- Massekartlegging før prosjektstart og skånsom uthenting av masser er forbedringsområder.
- Tilstrekkelig lokalt areal for sortering og mellomlagring er viktig for tilgjengeliggjøring av massene.

- Flygeaske fra forbrenning av avfall fraktes og sluttbehandles i dag på Langøya.
- Det knytter seg stort sirkulært potensial til denne ressursen som ikke nyttiggjøres i dag, gitt at utfordringer knyttet til innhold av farlige stoffer løses. Eksempelvis som innsatsfaktor i betong, spesialmurstein og veidekker.

- Asfalt fra skraping av vei har høy gjenvinningsgrad. Produktet kan gjenvinnes og blandes i ny asfalt.
- Asfaltprodusenter opplever manglende tilgang på sekundær asfalt.
- Etterspørsel i markedet etter gjenvunnet asfalt øker i takt med fokus på bærekraft, og det stilles ofte krav til bruk av sekundært material i veiprojekter.

- Betong og tegl utgjør i dag det største avfallsvolumet fra bygg, med unntak av overskuddsmasser.
- Utfordringen for gjenbruk ligger i renheten av avfallet.
- Det er potensial for økt materialgjenvinning gjennom bedre kartlegging, skånsom riving og prøvetaking. Mer planlegging, økt kompetanse og mer samarbeid på tvers kan realisere potensialet.

- Mesteparten av trevirke går i dag til energigjenvinning etter endt bruk, f.eks. til produksjon av fjernvarme. Rundt 20 % er likevel estimert til å ha god nok kvalitet for materialgjenvinning.
- Noe trevirke kan brukes på nytt ved forsvarlig demontering. Deler av trevirket som ikke har god nok kvalitet til ombruk kan også brukes som innsatsfaktor i sponplater.

- Det er potensial for økt bruk av fornybar energi i transport av materialer og i anleggsarbeid.
- Det er potensial for energieffektivisering, gjennom optimalisering av logistikk og massehåndtering.
- Teknologisk utvikling er også nødvendig for økt sirkularitet, eksempelvis gjennom elektrifisering av anleggsmaskiner og tungtransport.



Konklusjon og forslag til videre arbeid med sirkulær transformasjon

Dagens situasjon og sirkulært potensial

Den samfunnsøkonomiske analysen gir et godt øyeblikksbilde av dagens situasjon for sirkulær omstilling i Trondheim, basert på utvalgte indikatorer innenfor områdene Verdiskaping, arbeid og innovasjon, Gjenvinning og ombruk, Produksjon og forbruk, og Klimagassutslipp. I tillegg viser kryssløpsanalysen samspillet mellom næringene, som har innvirkning på hvor viktig hver av næringene er for økonomien i Trondheim. Disse faktorene, sammen med en kvalitativ vurdering, indikerer at følgende fire næringer per i dag har størst sirkulært potensial i Trondheim kommune:



Grad av potensial og årsaken til vurderingen er beskrevet i analysen på side 37-43.

Et naturlig neste steg i det sirkulære skiftet av Trondheim kommune vil være å igangsette analyser for bedre forståelse av hva som ligger i potensialet for næringene over. Et eksempel på dette kan være kartlegging av materialstrømmer, slik gjort for *Bygge- og anleggsvirksomhet (F)*, for næring *Industri (C)*, *Elektrisitet, vann og avløp og renovasjon (D-E)* og *Transport og lagring (H)*. Kunnskapsgrunnlag fra slike analyser vil gjøre det mulig å finne konkrete tiltak for økt sirkularitet i hver enkelt næring og på tvers av næringer. Som påpekt i resultatet av kryssløpsanalysen er det viktig at tiltak for å oppnå økt sirkularitet ikke kun rettes mot enkelt næringer, men hensyntar ressursenes helhetlige materialflyt, da en næring ofte har innsatsfaktorer og leveranser til en rekke andre næringer.

Materialstrømmer i bygge- og anleggsnæringen

Flere strømmer med potensial for økt sirkularitet er identifisert som en del av materialstrømsanalysen, beskrevet på side 67-69. Rettede tiltak mot disse strømmene vil bidra med å øke takten i det sirkulære skiftet i bygge- og anleggsnæringen. I tillegg er områdene nedenfor er suksesskriterier for å lykkes med sirkulær transformasjon, og er viktig på tvers av spesifikke strømmer eller verdikjedeledd.



Samarbeid på tvers av verdikjeden

Kommunikasjon og samarbeid mellom næringsaktører i ulike deler av verdikjeden, eksempelvis mellom en entreprenør som skal bygge ut en tunnel og en aktør med behov for steinmasse, vil være nødvendig for forutsigbarhet og systematisk sirkulær omstilling.



Tilgjengeliggjøring av data

Deling av informasjon om overskuddsmasser eller behov for sekundære materialer er viktig for å realisere sirkulært potensial. Både offentlige og private aktører sitter med mye nyttig informasjon som, hvis tilgjengeliggjort, kan bidra til samarbeid og økt sirkularitet.



Logistikk

Å sørge for at masser er tilgjengelig gjennom et velfungerende logistikkledd vil bidra til økt sirkularitet. Tilgjengelige arealer for mellomlagring av masser er et eksempel på dette.



Kompetanse

Mer kunnskap og erfaring må til for å oppnå sirkularitet. Eksempelvis om hvordan riving bør gjennomføres for å sikre skånsom behandling av materialer og tilrettelegging for materialgjenbruk og -gjenvinning.



TRONDHEIM KOMMUNE
Tråanten tjielte

Forord

Et grønnere og mer sirkulært samfunn er et av hovedmålene i kommunens nye samfunnsplan, Trondheimsløftet. En omstilling fra lineær til sirkulær økonomi er svært viktig, men hva er egentlig det sirkulære potensialet i Trondheim?

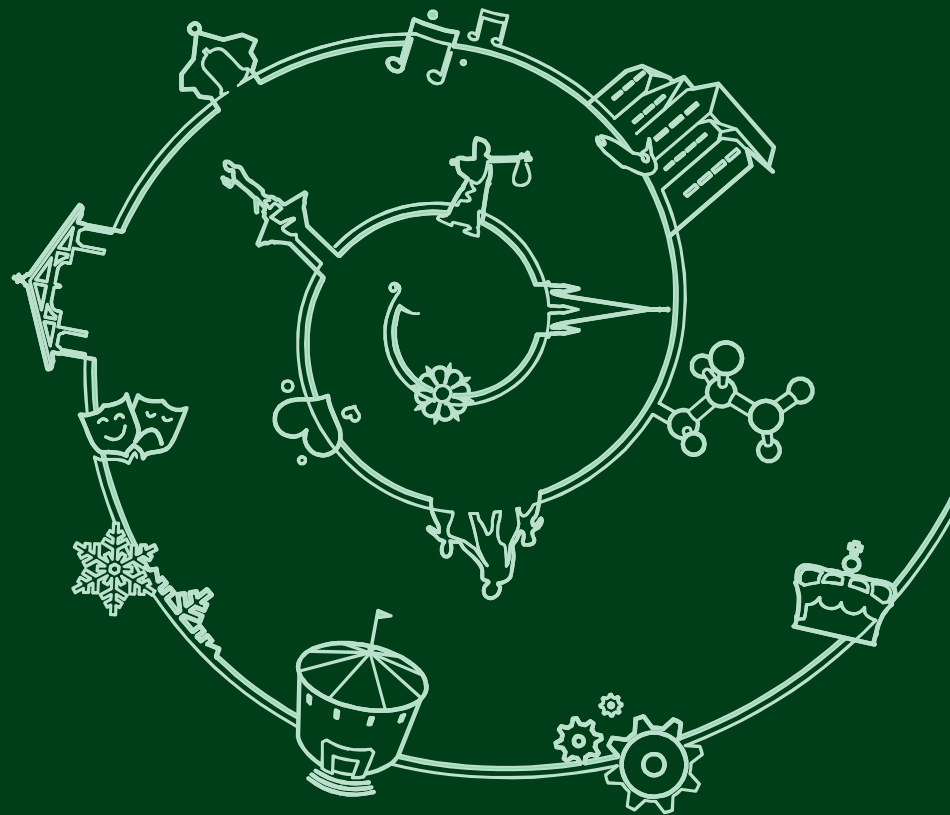
Klima- og naturkrisen forsterker hverandre og vi må handle raskt. Det har FN slått fast i flere rapporter de siste årene. Trondheim kommune har vedtatt ambisiøse klimamål og strategier, samtidig som det også gjennomføres en rekke tiltak for å redusere utslipp av klimagasser. Men: Omstillingen går for sakte dersom målet om 80 prosent utslippskutt fra 2009 til 2030 skal nås.

Bygge- og anleggsvirksomheten er den tredje største kilden til direkte utslipp i Trondheim. Ifølge Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ) genererer aktiviteten fra norsk byggenæring over to millioner tonn avfall årlig. De siste 50 år har verdens materialbruk firedoblet seg, samtidig som 90 prosent av utvunnet materiale går tapt. Dette ønsker Trondheim kommune å endre.

Denne utredningen gir noen svar på spørsmålet om det sirkulære potensialet i Trondheim. Den gir kunnskap om nåsituasjon og muligheter i alle samfunnssektorer, og ser spesielt på materialstrømmene i bygge- og anleggsbransjen. Vi håper den kan være et felles kunnskapsgrunnlag for alle som har en rolle i det grønne skiftet, og at den kan bidra til større fart i omleggingen fra en lineær til en sirkulær økonomi.

God lesing!

Trondheim kommune
Klima- og miljøenheten



Tilnærming

Dette er en utredning av Trondheims sirkulære potensial, et arbeid gjennomført over fire måneder våren 2023. Rapporten består av to hoveddeler; 1] *Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial* 2] *Materialstrømsanalyse av bygge- og anleggsnæringen* i Trondheim kommune.

Organisering

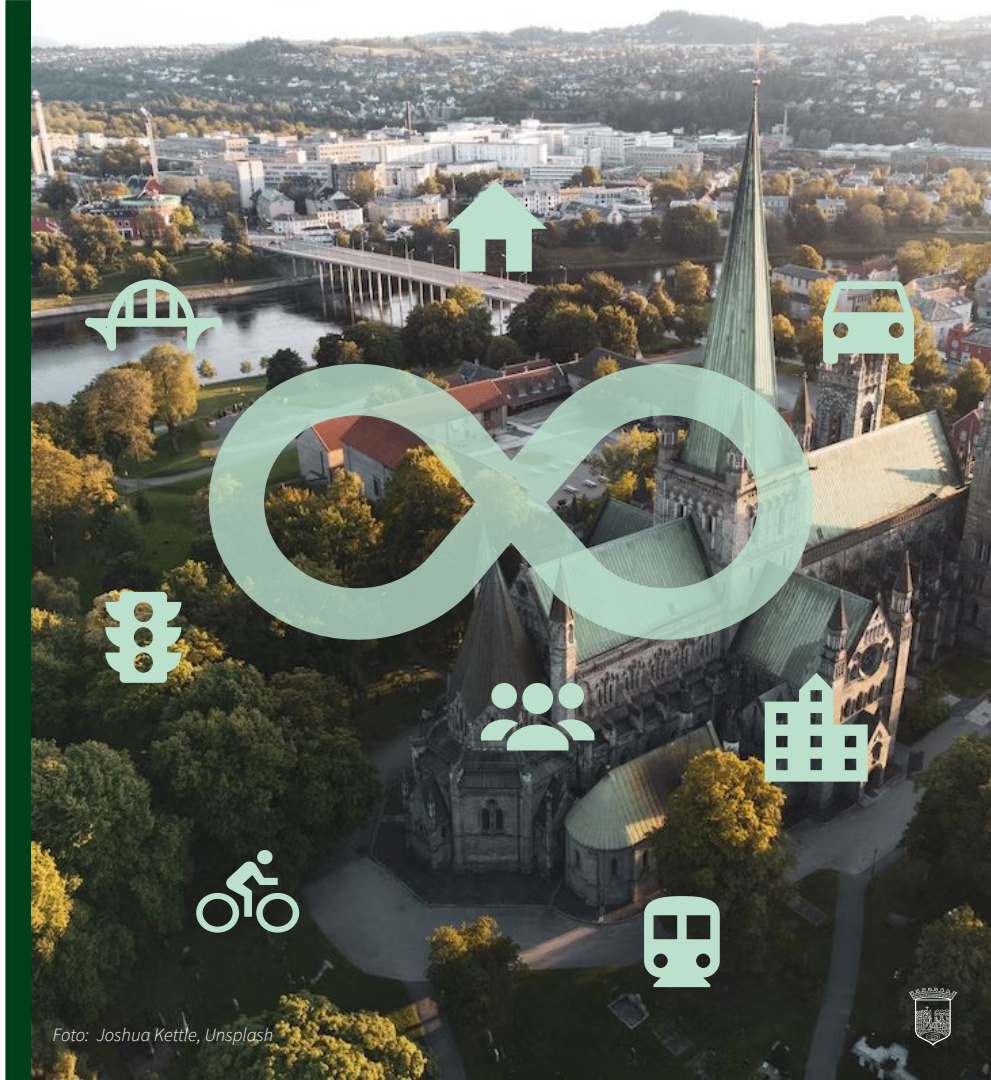
En arbeidsgruppe i Trondheim kommune, ledet av klima- og miljøenheten, har vært prosjekteier og hatt overordnet ansvar for arbeidet. Et tverrfaglig kjerneteam fra PricewaterhouseCoopers (PwC) har drevet prosessen, fra planlegging, til datainnsamling, analyse og fremstilling av funn.

Tilnærming

Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial har hatt en induktiv tilnærming med mål om å identifisere næringer i Trondheim kommune med sirkulært potensial med utgangspunkt i 11 utvalgte indikatorer, hvor 8 av disse er kvantifisert i rapporten. Analysen baserer seg på offentlig tilgjengelig statistikk. *Materialstrømsanalyse av bygge- og anleggsnæringen* kartlegger og kvantifiserer materialstrømmer i bygge- og anleggsnæringen i kommunen, for så eksplorativt undersøke hvor et eventuelt sirkulært mulighetsrom finnes.

Analysene baserer seg i tillegg til kvantitativ innsikt på kvalitativ data. Sistnevnte er samlet inn gjennom fokusintervjuer med representanter fra bygge- og anleggsnæringen, og i et fysisk innspillmøte med 16 deltakere 12. april. Her ble foreløpige funn lagt frem og diskutert, før deltakerne jobbet interaktivt med sirkulært potensial langs verdikjeden for bygg og anlegg.

Både formål, metode, datagrunnlag og avgrensninger er beskrevet innledningsvis i hver del, samt skildret i større detalj i rapportens Vedlegg.



An aerial photograph of a city, likely Trondheim, Norway. The image shows a dense urban area with a prominent green spire of a church in the center. A river flows through the city, and the sea is visible in the background. The sky is clear and blue.

Del 1: Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial

Foto: Joshua Kettle, Unsplash

Del 1: Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial

Introduksjon og tilnærming	side 18	Samspill mellom næringene	side 37
Rammeverk for vurdering av sirkulært potensial	side 21	Bygge- og anleggsvirksomhet	side 38
Vurdering av næringer med sirkulært potensial	side 23	Industri	side 39
Verdiskaping, arbeid og innovasjon	side 23	Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon	side 40
Gjenvinning og ombruk	side 27	Oppsummering av sirkulært potensial i næringene	side 41
Produksjon og forbruk	side 29	Konklusjon	side 44
Klimagassutslipp	side 33		

Trondheim kommune i tall



Innbyggere

212 660

(2022)



Sysselsatte (bosted)

115 714

(2022)



Energiforbruk

2 874

(GWh, 2021)



Verdiskaping

132 067

(Millioner NOK, 2022)



Formål og metode

Formål

Formålet med *Del 1: Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial* er å danne et øyeblikksbilde av den samfunnsøkonomiske situasjonen i Trondheim i dag, samt å kartlegge hvilke næringer som har størst potensial for sirkularitet. Enkelte næringer i Trondheim identifiseres til å ha større betydning for kommunen gitt utvalgte indikatorer for sirkulært potensial. I disse analysene, inkludert en kryssløpsanalyse av samspillet mellom næringer, pekes noen næringer ut til å ha høyt sirkulært potensial. Dette legger et godt grunnlag for å prioritere hvilke næringer Trondheim kommune kan jobbe videre med mot målet om en sirkulær økonomi.

Kort om metode

Analysene tar utgangspunkt i næringsklassifiseringen SN2007 og tilhørende 19 næringer. For noen indikatorer har datagrunnlaget gjort at det har vært hensiktsmessig å slå sammen enkelte næringer. Datagrunnlaget er basert på offentlig tilgjengelige kilder for å muliggjøre enkel oppdatering av funn for fremtidige perioder. Data fra SSB og Miljødirektoratet er hovedkildene. Sysselsettingsandelen har blitt brukt til å disaggregere nasjonal data til kommunalt nivå, der kommunal data ikke har vært tilgjengelig. For å vurdere sirkulært potensial har et rammeverk fra EUROSTAT¹ blitt brukt som grunnlag, justert for å tilpasse indikatorer og områder til næringsnivå. Hver indikator har blitt normalisert for å kunne gi et godt bilde av hvilke næringer som har størst sirkulært potensial, og for å kunne trekke en helhetlig konklusjon på hvor det sirkulære potensialet er størst.

Mer detaljert metodebeskrivelse finnes i rapportens Vedlegg.



Foto: Joshua Kettle, Unsplash



Utredningen tar utgangspunkt i 19 næringer, klassifisert etter SN2007

Næringsklassifisering

Analysen tar utgangspunkt i SN2007 klassifiseringen av næringene, som er den norske standarden for næringsklassifisering og bygger på EUs tilsvarende standard. Denne standarden har 19 ulike næringer. Det har vært behov for å gjøre aggregering i beregninger av noen indikatorer grunnet datagrunnlaget som har vært tilgjengelig. Derfor er følgende næringer slått sammen; D] Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsforsyning og E] Vannforsyning, avløps- og renovasjonsvirksomhet, L] Omsetning og drift av fast eiendom og M] Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting samt R] Kulturell virksomhet og S] Annen tjenesteyting. Illustrert til høyre er næringene som trekkes frem videre i analysen.

Grafisk fremstilling av indikatorer

Videre vil næringenes størrelse per indikator for sirkulært potensial fremstilles grafisk ved hjelp av et *treemap diagram*, hvor størrelsen på firkanten tilsvarer næringens relative størrelse. Detaljert resultater, inkludert verdier for hver indikator, finnes i rapportens Vedlegg.



Næringene benyttet i rapportens analyser, kategorisert etter standarden SN2007.

Sirkulært potensial - et komplekst konsept

Hva er et sirkulært potensial?

Et sirkulært potensial i en næring sier noe om en urealisert evne og mulighet for å øke sirkularitet. Hvor er det potensial for å eksempelvis øke bruk av fornybare ressurser, sekundære materialer, minimere avfall og beholde materialenes verdi høyest mulig og så lenge som mulig?

Følgende tre prinsipper og tilhørende 11 strategier¹ er en måte å kategorisere mulige områder med sirkulært potensial. Strategi 0, unngå å bruke eller kjøpe, er et grunnleggende element for å lykkes med en sirkulær økonomi og er relevant på tvers av de tre prinsippene.

Hvordan måle sirkulært potensial?

Sirkulært potensial er et komplekst konsept med en rekke ulike rammeverk, og ingen omforent definisjon. Denne rapporten bygger tett på rammeverket "Monitoring Framework for Circular Economy" utviklet av den Europakommisjonen og EUROSTAT², hvor det er tatt utgangspunkt i fire områder for å måle sirkularitet. Rammeverket er utviklet for bruk på nasjonalt nivå. I denne analysen har vi gjort justeringer for å tilpasse rammeverket til næringsnivå. Det har resultert i at noen indikatorer og tematiske områder er endret fra det originale rammeverket. Rapporten tar utgangspunkt i fire sentrale områder som illustrert under.

S0 - Unngå å bruke

Prioritere fornybar input og design

- S1** - Sirkulær sourcing
- S2** - Bærekraftig design
- S3** - Ressurseffektivitet

Maksimere bruken av et produkt

- S4** - Produkt som tjeneste
- S5** - Deling og virtualisering
- S6** - Optimalisering av bruk og vedlikehold
- S7** - Ombruk og redistribusjon

Gjenbruk av biprodukter og avfall

- S8** - Refabrikering og oppsirkulering
- S9** - Gjenvinning fra produksjon
- S10** - Gjenvinning fra forbruk

Rammeverk: PwC

Fire sentrale områder for sirkulært potensial:



Verdiskaping,
arbeid og
innovasjon



Produksjon og
forbruk



Gjenvinning og
ombruk



Klimagassutslipp

Fire sentrale områder for sirkulært potensial, med hvert sitt sett av indikatorer brukt i analysen



Verdiskaping, arbeid og innovasjon

Verdiskaping, arbeid og innovasjon sier noe om hvor rustet næringen er for sirkulær omstilling. Det vil være et behov for økende innovasjon i møte med omstilling og endring i produksjon og forbruk av materialer, og nye forretningsmodeller. Størrelsen på næringen, sett etter verdiskaping og sysselsetting, gir også en indikasjon på viktigheten næringen har på sirkulær omstilling for Trondheim kommune som en helhet.

Verdiskaping

Sysselsetting

Innovasjon



Gjenvinning og ombruk

Gjenvinning og ombruk er et viktig tiltak for å kunne minimere tilførsel av nye materialer i økonomien, samt at det forhindrer økte avfallsmengder. Økt bruk av gjenvunnede materialer og ombruk kan også bidra til for eksempel å redusere klimapåvirkning, utvinning av råmaterialer, og dermed bidra til å øke sikkerheten for fremtidig tilgang på materialer.

Andel til
gjenvinning

Tilgang på
sekundære råvarer*

Forbruk av
sekundære råvarer*



Produksjon og forbruk

Informasjon om produksjon og forbruk av materialer er essensielt for å kunne måle transformasjonen mot en sirkulær økonomi. Reduksjon av avfallsmengder kan indikere både redusert forbruk og bedre håndtering av ressursene vi har tilgjengelig.

Avfallsmengde

Avfall per
verdiskaping

Kvanta konsumert
råmateriale*



Klimagassutslipp

Reduserte utslipp kan være en indikasjon på økt ombruk og bruk av gjenvunnede materialer, eller en omstilling til en mer tjenestebasert forretningsmodell, da produksjon av varer basert på gjenvunnede materialer eller tjenestebaserte næringer ofte medfører lavere utslipp enn bruk av nye ressurser. Reduserte utslipp kan også ha en sammenheng med økt bruk av fornybare innsatsfaktorer.

Klimagassutslipp

Klimagassutslipp
per verdiskaping



Verdiskaping, arbeid og innovasjon

Indikatorer



Foto: Melina Kiefer, Unsplash

Totalt for kommunen for analyserte næringer per år

Verdiskaping

Næringens verdiskaping sier noe om hvor viktig den er for næringslivet. Verdiskaping er også en forutsetning i et velferdssamfunn, for innbyggernes økonomi og i finansiering av offentlige tjenester. Høy verdiskaping indikerer høy grad av viktighet.

Bruttoprodukt, mill NOK, Målt i faste 2020-priser, 2022

132 067

mill NOK

Sysselsetting

Sysselsetting sier noe om hvor viktig næringen er for kommunen. Trygge arbeidsplasser er grunnlaget for verdiskaping og dermed velferd. Flere sysselsatte i en næring innebærer høy grad av viktighet i kommunen.

Antall sysselsatte etter arbeidssted, 2022

130 040

antall

Innovasjon

Innovasjon sier noe om næringens evne til å omstille seg og innovere for økt sirkularitet, dette er målt i kostnader for forskning og utviklingsarbeid (FoU). Høyere investeringer i forskning og utviklingsarbeid anses å gi større evne til sirkulær omstilling.

Investering i FoU, mill NOK, målt i faste 2015-priser, 2020

6 421

mill NOK



Verdiskaping: Næringene med størst verdiskaping er Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift

Verdiskaping er målt i bruttoprodukt, mill NOK, og måler verdien av det som produseres minus driftskostnadene forbundet med produksjon¹. Verdiskapingen i Trondheim fordeler seg på en rekke næringer, hvor *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift, Helse- og sosialtjenester* samt *Undervisning* er de største. Dette kan sees i sammenheng med store arbeidsgivere, som Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet (NTNU) og St. Olavs Hospital, med mange ansatte. Offentlig sektor er derfor en viktig sektor basert på total verdiskaping. *Jordbruk, skogbruk og fiske*, samt *Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon* er de næringene med lavest verdiskaping, som kan sees i sammenheng med lave sysselsettingstall.

Sett opp mot nasjonal fordeling har Trondheim en relativ liten del av verdiskaping som stammer fra næringer som *Jordbruk, skogbruk og fiske, Industri og Bergverksdrift og utvinning*. Dette er næringer som tradisjonelt sett har høy verdiskaping per sysselsatt², men som i Trondheim har en lav andel sysselsatte og dermed lavere andel verdiskaping.

Verdiskaping er en forutsetning i et velferdssamfunn. Den utgjør grunnlaget for innbyggernes økonomi og finansiering av offentlige tjenester. Næringer med høy verdiskaping har en viktig posisjon og påvirkningskraft på kommunens utvikling, og vil dermed være strategisk viktige for å lykkes med sirkulær omstilling av Trondheim.



Verdiskaping per næring i Trondheim kommune. Størrelsen på firkantene illustrerer størrelse på næringens verdiskaping. Detaljert data finnes i Vedlegg.

1] SSB. Fakta om Norsk næringsliv. 2023.

2] Cappelen, Å., Eika, T., Prestmo, J.B. Virkninger på norsk økonomi av et kraftig fall i oljeprisen. SSB. 2014.





Sysselsetting: Helse- og sosialtjenester er næringen med flest sysselsatte i kommunen

Offentlig sektor utgjør en stor del av sysselsettingen i Trondheim, der *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift, Helse- og sosialtjenester* samt *Undervisning* er de største. Dette kan som for verdiskaping sees i sammenheng med store arbeidsgivere som NTNU og St. Olavs Hospital. *Varehandel, reparasjon av motorvogner* er også en næring med mange sysselsatte i kommunen, men er en spredt næring fra dagligvarehandel til handel av maskiner og utstyr og reparasjon av biler.

Sett opp mot det nasjonale sysselsettingsmønsteret¹ har Trondheim en klar undervekt av sysselsatte innen *Industri*, og en overvekt innen blant annet *IKT*. Dette gjelder også for *Jordbruk skogbruk og fiske* som i Trondheim er en liten næring etter antall sysselsatte.

Fra 2015 til 2022 har det vært positiv utvikling i sysselsettingen i de fleste næringer, hvor *IKT* har sett størst økning med 41 %. Unntakene er *Bergverk og utvinning* (-9,4 %), *Industri* (-1 %) samt *Transport og lagring* (-12,6 %).

Sysselsetting sier noe om hvor viktig næringen er i kommunen, der et høyere antall sysselsatte indikerer større viktighet. Sysselsetting utgjør den viktigste økonomiske ressursen i samfunnet, da arbeidskraft er grunnlaget for verdiskaping og velferd eksempelvis i en kommune eller et land.

Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon



Sysselsatte per næring i Trondheim kommune. Størrelsen på firkantene illustrerer antall sysselsatte i næringen. Detaljert data finnes i Vedlegg.

1] SSB. 07984: Sysselsatte per 4. kvartal, etter region, næring (SN2007), statistikkvariabel og år - etter arbeidssted

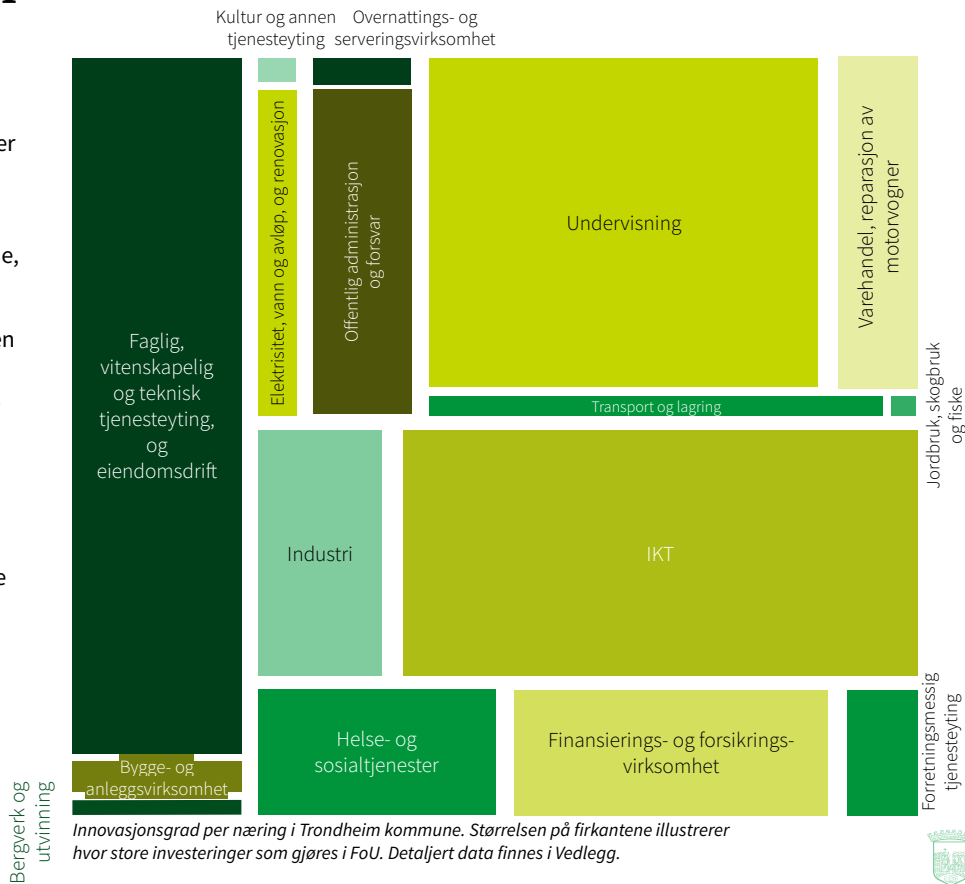




Innovasjon: Informasjon- og kommunikasjonsnæringen investerer mest i innovasjon

Trondheim og Trøndelag er en innovasjonsregion, og er klassifisert av EU som innovasjonsledere¹. Trondheim har et sterkt forskningsmiljø som påvirkes av sin tilknytning til undervisningsmiljøene ved NTNU og de mange virksomhetene som er en del av IKT-miljøet i byen. *Undervisning, IKT og Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift* er næringene som invester mest i forskning og innovasjon, men det gjøres i tillegg betydelige investeringer innen forskning og utvikling i andre næringer. Dette er enten en integrert del av de ulike virksomhetene, eller arbeid som utføres av andre næringer, men som betales av og kommer de respektive næringene til gode. Et slikt eksempel er FoU-arbeidet som gjøres innen *Finansierings- og forsikringsvirksomhet*. *Finansierings- og forsikringsvirksomhet* er en relativt liten næring i kommunen sett oppmot antall sysselsatte og verdiskaping, men bemerker seg som en næring hvor det er relativ stor investering i forskning og utviklingsaktiviteter (FoU).

Innovasjon og investeringer i forskning og utviklingsarbeid anses som en indikator for næringens omstillingsevne til sirkulær transformasjon. Høyere investeringer i forskning og utviklingsarbeid anses å gi større evne til sirkulær omstilling. Økende investeringer er også sett på som nødvendig for å nå 2030-målene for klima og miljø². EU har estimert at det er behov for 350 mrd. euro i året. Dette gjelder for alle næringer, fra *Transport og lagring*, til *Industri* og *Bygge- og anleggsvirksomhet*.





Gjenvinning og ombruk

Indikatorer

F Bygge- og anleggsvirksomhet¹

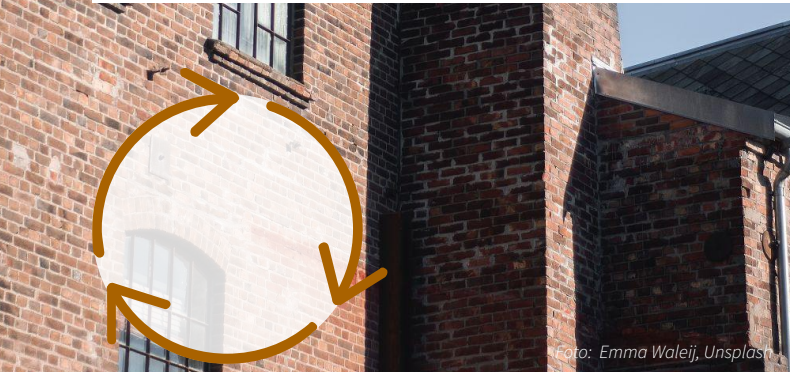


Foto: Emma Waleij, Unsplash

Totalt for kommunen for analyserte næringer per år¹

Andel til gjenvinning

Indikatoren måler andelen av totalt avfall fra næringen som går til gjenvinning. Gjenvinning inkluderer materialgjenvinning, kompostering og metanisering (anaerob nedbryting).

Andel avfall til gjenvinning, %, 2022

30,5
%

Fremtidige indikatorer grunnet mangel og kvalitet på data

Tilgang på sekundære råvarer

Tilgang til gjenvunnede råvarer eller materialer, slik at disse kan brukes på lik linje med primære ressurser, er viktig for økt sirkularitet. Hvor store andeler av totalt avfallsvolum som tilgjengeliggjøres som innsatsfaktor i en næring gir derfor viktig innsikt i en sirkulær transformasjon.

Tilgjengelig sekundær råvare, tonn

?

tonn

Forbruk av sekundære råvarer

Mengden sekundære materialer som forbrukes sier noe om graden av sirkularitet i en næring, og derav i kommunen. Denne indikatoren måler hvor stor andel av totalt materialforbruk som er gjenvunnede råvarer eller materialer.

Andel bruk av sekundære råvarer, %

?

%

¹ Indikatorerne for gjenvinning og ombruk gjelder på næringsnivå og krever dermed en mer omfattende datainnsamling. Da dette er gjort i forbindelse med materialstrømanalyse av bygg og anleggssektoren, gjelder statistikk kun for denne næringen.



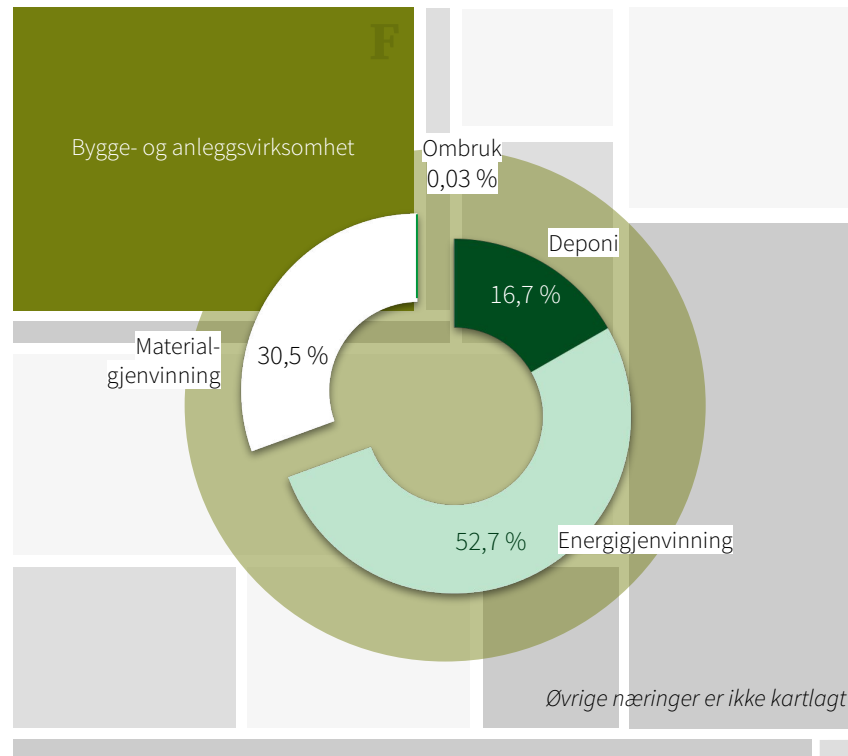
Andel til gjenvinning: Om lag én tredjedel av avfall fra Bygge- og anleggsvirksomhet i kommunen materialgjenvinnes

Lokal og nasjonal data for avfallsbehandling for alle næringene er mangelfull, og gir derfor ikke innsikt i dagens situasjon. I arbeidet med denne rapporten er det imidlertid gjennomført en materialstrømsanalyse for *Bygge- og anleggsvirksomhet*. Innenfor denne næringen er det derfor mulig å få innsikt i dagens situasjon.

Indikatoren gjenvinningsandel måler andelen av totalt avfall fra næringen som går til gjenvinning. Gjenvinning inkluderer materialgjenvinning, kompostering, metanisering (anaerob nedbryting, f.eks. biogassproduksjon), etter EUROSTATS definisjon¹. Energigjenvinning, dog foretrukket fremfor deponi, er holdt utenfor omfanget av indikatoren.

Slik illustrert til høyre går over halvparten av avfallet (materialene) fra *Bygge- og anleggsvirksomhet* i kommunen til energigjenvinning, og rundt en tredjedel til materialgjenvinning². Kun 0,03 % av avfallet går til ombruk (2022), og en enda mindre andel til segmentering/demontering. Dette er marginale andeler gitt den enorme avfallsmengden totalt i næringen. Datagrunnlaget viser likevel en positiv utvikling for ombruk og segmentering/demontering. Nasjonale tall for *Bygge- og anleggsvirksomhet* viser at omtrent 55 % av materialene går til materialgjenvinning, 19 % til energigjenvinning, 23 % til deponi og ingenting til kompostering eller metanisering.

Data på kompostering og metanisering er ikke inkludert i analysene for Trondheim grunnet datamangel. Se side 60-62 for ytterligere relevant kvantitativ og kvalitativ analyse av avfallshåndtering og -behandling i *Bygge- og anleggsvirksomhet*. Statistikk for alle næringene sett under ett på nasjonalt nivå viser en gjennomsnittlig gjenvinningsandel på 26,3 %.



Andel av avfallet fra bygge- og anleggsvirksomhet i Trondheim kommune som går til gjenvinning. Detaljert data finnes i Materialstrømsanalysen i Del 2 og i Vedlegg.

1] EUROSTAT. Circular Economy indicators monitoring framework. 2023

2] Data fra avfallsaktør og Trondheim kommune.



Produksjon og forbruk

Indikatorer



Foto: David Becker, Unsplash

Totalt for kommunen for
analyserte næringer per år

Avfallsmengde

Næringens avfallsmengde indikerer næringens omsetning av materialer, ressurseffektivitet, samt hvilke næringer som står for de store avfallsmengdene i kommunen.

Generert avfall, tonn, 2021

303 436

tonn

Avfall per verdiskaping

Generert avfall per verdiskaping sier noe om næringens forbruk av materialer, normalisert etter næringens verdiskaping. Et lavere tall tilsier en lavere omsetning av materialer, og synkende tall over tid kan indikere sirkulær omstilling.

Avfall per verdiskaping tonn/mill NOK. Avfall generert, 2021 og verdiskaping målt i faste 2020-priser, 2022

2 298

kg/mill
NOK

Fremtidig indikator grunnet mangel og kvalitet på data

Kvanta konsumert råmateriale

Råmaterialer er nødvendig for enhver økonomi, og en rekke næringer er avhengig av et forutsigbart råvaretilbud. Å følge utvikling i konsumert materiale i kommunen er en viktig indikator opp mot import/eksport, avfallsmengde og klimapåvirkning.

Produsert materiale, tonn

?

tonn





Avfallsmengde: Bygge- og anleggsvirksomhet er næringen som genererer mest avfall



Trondheim kommune står for rundt 4 % av Norges avfall, med rundt 300 000 tonn årlig (ekskludert husholdningsavfall)¹. *Bygge- og anleggsvirksomhet* genererer mest avfall i kommunen (40 %), noe som skyldes det store materialbehovet i oppføring av bygg og anlegg, samt ved for eksempel riving av bygningsmassen. Tilsvarende gjelder næringer som *Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon*, samt *Industri* som er avhengig av store mengder materialer for produksjon og verdiskaping. I motsatt ende av skalaen genererer *Jordbruk, skogbruk og fiske* minst avfall i kommunen sett etter mengde, og står dermed for mindre enn 1 % av totalt avfall. Dette kan sees i sammenheng med den lave andelen sysselsatte, samt at næringen bruker mye av det biologiske avfallet som gjødsel. Lignende er næringer basert på tjenester, for eksempel *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift, Forretningsmessig tjenesteyting og Kultur og annen tjenesteyting* som genererer lite avfall og har generelt et lavere forbruk av materialer enn næringer som *Industri*.

Sammenlignet med nasjonale tall¹ genereres det mindre avfall fra *Industri og Jordbruk, skogbruk og fiske*, men mer avfall fra *Bygge- og anleggsvirksomhet* i Trondheim kommune. *Bygge- og anleggsvirksomhet* er den næringen som står for mest avfall både nasjonalt og i Trondheim, hvor avfallet hovedsakelig går til material- eller energigjenvinning.

Næringers avfallsmengde gir en god indikasjon på potensial for sirkulær transformasjon da målet er å redusere avfallsmengder, samt at det kan være en indikator for hvilke næringer som bør prioriteres ved innføring av tiltak. En nedgang i avfallsmengder over tid indikerer økt sirkulær omstilling.





Avfall per verdiskaping: Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon størst avfallsmengder per verdiskaping



Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon genererer størst mengde avfall per verdiskaping med estimerte 15 087 kg per mill NOK årlig. Avfallet som produseres fra næringen er hovedsakelig slagg, støv, bunnaske og flygeaske som produseres ved forbrenning av for eksempel avfall til energi, hvor rundt 20 % av avfallet som forbrennes blir igjen som aske¹. Dette kan også sees i sammenheng med at næringen har en relativt lav sysselsetningsandel, men er topp tre i kommunen når det gjelder avfallsmengde. Lignende er næringer som *Bygge- og anleggsvirksomhet*, samt *Industri* avhengige av å omsette og produsere produkter og materialer i sin drift, og har dermed også mer avhending av disse. Sammenlignet med *Offentlig administrasjon og forsvar* som genererer 130 kg per mill NOK, genererer produktbaserte næringer betydelig større mengder. Dette er også tydelig når man ser på tjenestebaserte næringer som genererer mindre avfall per verdiskaping. Dette reflekteres igjen i næringer som *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting*, og *eiendomsdrift*, *Forretningsmessig tjenesteyting*, *Finansierings- og forsikringsvirksomhet* og *IKT*, som har lave forholdstall.

Avfall per verdiskaping viser hvor mye av verdiskapingen fra næringene som kommer fra håndtering av produkter. Dette gjør at næringer med stor grad av tjenesteyting vil ha et lavt forholdstall av avfall per verdiskaping. Over tid kan overgang til en sirkulær økonomi sees ved reduksjon i avfall per verdiskaping. Dette kan for eksempel være grunnet økt verdiskaping ved omstilling til tjenestebasert drift eller reduksjon i generert avfall fra drift.

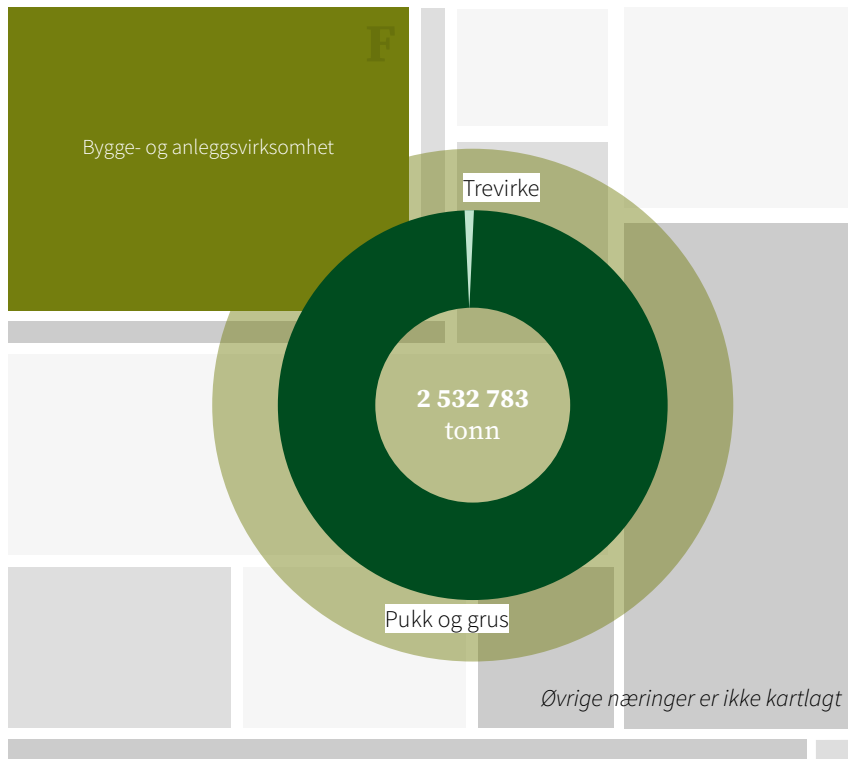
Avfallsmengde per verdiskaping i næringene i Trondheim kommune. Størrelsen på firkantene illustrerer størrelsen på avfallsmengde relativ til verdiskaping i næringen. Detaljert data finnes i Vedlegg.

1] Statkraft Varme. Hva skjer på Heimdal varmesentral?.





Kvanta konsumert råmateriale: Stein, grus og sand er, i tillegg til betong, materialene det utvinnes og produseres mest av



Et annet viktig område for sirkulær omstilling er næringens forbruk av råmateriale. Råmaterialer er nødvendige for enhver økonomi, også i Trondheim, fordi en rekke næringer er avhengig av et sikkert og forutsigbart råvaremarked. Å følge utvikling i konsumert råmateriale er en viktig indikator opp mot import/eksport og avfallsmengder, da utvinning og produksjon har miljø- og klimamessige konsekvenser. Videre er dette en spennende indikator å følge utviklingen til opp mot gjenvinningsgrad, da det i et sirkulært Trondheim er viktig å holde materialer og produkter som produseres i kretsløpet så lenge som mulig.

Tilsvarende indikatoren *Gjenvinningsgrad* er det nødvendig med mer omfattende datainnsamling for bruk av denne indikatoren. Analysen er derfor kun delvis gjennomført for *Bygge- og anleggsvirksomhet*, for materialkategoriene der det har vært mulig å fremskaffe data. Estimatene viser at næringen consumerer 2 532 783 tonn råvarer som er utvunnet i kommunen. Næringen vil likevel ha et vesentlig høyere totalt forbruk av materialer, grunnet import av materialer. På grunn av manglende data er det kun forbruk av materialer som er utvunnet i Trondheim som er inkludert.

Årlig forbruk av råmaterialer utvunnet i kommunen^{1,2} (2021):

- Trevirke: 8 710 m³
- Pukk og grus: 2 524 072 tonn





Klimagassutslipp

Indikatorer



Foto: David Becker, Unsplash

Totalt for kommunen for analyserte næringer per år

Klimagassutslipp

Totale klimagassutslipp viser graden av direkte klimapåvirkning i næringene. Indikatoren viser absolutte størrelser på klimagassutslipp per næring i kommunen. Når grafisk fremstilt, se side 34, viser indikatoren også andelen klimagassutslipp til den enkelte næring i lys av det totale næringsbildet i kommunen.

534 445

tonn CO₂e

Klimagassutslipp, tonn CO₂-ekvivalenter¹, 2021

Klimagassutslipp per verdiskaping

Utslppsintensiteten fra næringene er næringenes klimagassutslipp relativt til egen verdiskaping. Indikatoren er viktig i sirkulær omstilling da den belyser næringer som er viktige eller mindre viktige for verdiskaping i kommunen opp mot næringens utslipp. Dette kan indikere hvor det vil være hensiktsmessig å igangsette tiltak for økt sirkularitet.

4,02

tonn CO₂e
/mill NOK

Klimagassutslipp per verdiskaping, tonn CO₂-ekvivalenter/mill NOK, 2021 og verdiskaping målt i faste 2020-priser, 2022

1] SSB og egne beregninger. Tallene avviker fra Miljødirektoratets beregninger. Se Vedlegg for ytterligere detaljer



Klimagassutslipp: Transport og lagring står for de største klimagassutslippene i landskapet av næringer



Transport og lagring, inkludert både land- og sjøtransport, er næringen med de største direkte klimagassutslippene i kommunen. Årsaken til dette er at veitransport spesielt medfører store klimagassutslipp, i tillegg til skipstrafikk slik som cruiseskip, som i mindre grad er elektrifisert. Videre bidrar *Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon* med nesten tilsvarende utslipp. De største utslippene er knyttet til fjernvarmeanlegget på Heimdal, som forsyner Trondheim med energi til oppvarming og varmtvann basert på forbrenning av avfall. Utslipp fra denne næringen i Trondheim utgjør nesten alt utslipp fra kraftforsyningen i Trøndelag.

Bygge- og anleggsvirksomhet er også, i likhet med *Industri* og *Jordbruk, skogbruk og fiske*, næringer med store utslipp. Utslippene fra *Bygge- og anleggsvirksomhet* har økt betydelig de siste årene i takt med økende aktivitet, men utslippsintensiteten har falt med 15 % siden 2005¹. *Industri* er kraftkrevende, noe som reflekteres i utslippsstatistikken. Utslipp fra dyrenes fordøyelse og fra spredning av gjødsel er de største klimagassutslippene fra *Jordbruk, skogbruk og fiske*.

Det er flere likhetstrekk mellom utslippene i Trondheim og i Norge som helhet; deriblant er *Transport og lagring, Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon* og *Industri* alle utslippsintensive næringer. Olje- og gassindustrien er større nasjonalt enn i Trondheim relativt sett. Det samme gjelder også *Jordbruk, skogbruk og fiske*.

Reduserte klimagassutslipp er et av målene ved sirkulær transformasjon. Næringer med store totale klimagassutslipp, illustrert gjennom denne indikatoren, skiller seg dermed naturlig ut i en analyse av sirkulært potensial.

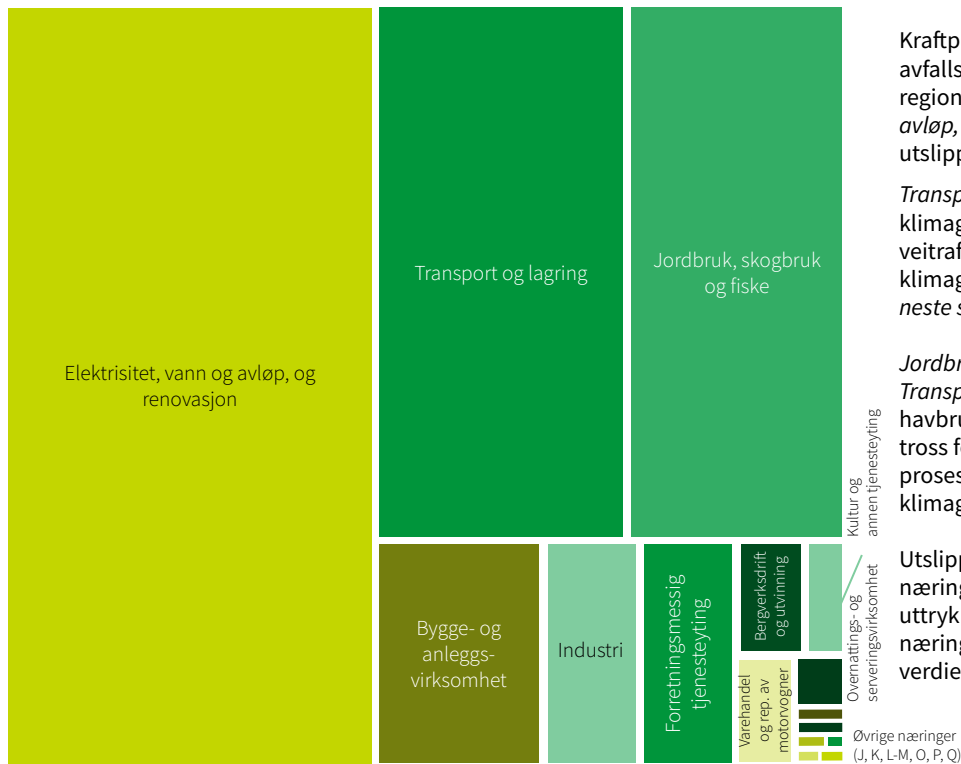
Totale klimagassutslipp for næringene i Trondheim kommune. Størrelsen på firkantene illustrerer størrelsen på utslipp i næringen. Detaljert data finnes i Vedlegg.

1] SSB. Egne beregninger basert på data fra Produksjonsindeksen for bygg og anlegg, og Utslipp til luft fra norsk økonomisk aktivitet





Klimagassutslipp per verdiskaping: Transport og lagring etterfulgt av Jordbruk, skogbruk og fiske har de største utslippsmengdene



Kraftproduksjonen i Trondheim inkluderer både vannkraft og fjernvarme fra et avfallsforbrenningsanlegg. Fjernvarmeanlegget samler avfall fra store deler av regionen og bidrar til svært store klimagassutslipp fra næringen *Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon*. Næringen har også relativt få sysselsatte, og dermed blir utslipp per verdiskaping stort.

Transport og lagring, inkludert både land- og sjøtransport, har også store klimagassutslipp per verdiskaping. Dette skyldes store utslippsmengder fra veitrafikk, relativt til verdiskaping i næringen, til tross for en solid reduksjon i klimagassutslipp de siste årene grunnet elektrifisering av kommunens bilpark. Se *neste side for grafisk illustrasjon av utvikling i utslipp*.

Jordbruk, skogbruk og fiske har nesten like store CO₂e-utslipp per verdiskaping som *Transport og lagring*. Utslippene stammer hovedsakelig fra jordbruk og havbruk/fiskeri. I Trondheim er disse næringene beskjedne og av mindre viktighet til tross for høy utslippsintensitet. *Industri*, som blant annet omfatter mekanisk- og prosessindustri, samt *Bygge- og anleggsvirksomhet* er også næringer med store klimagassutslipp per verdiskaping.

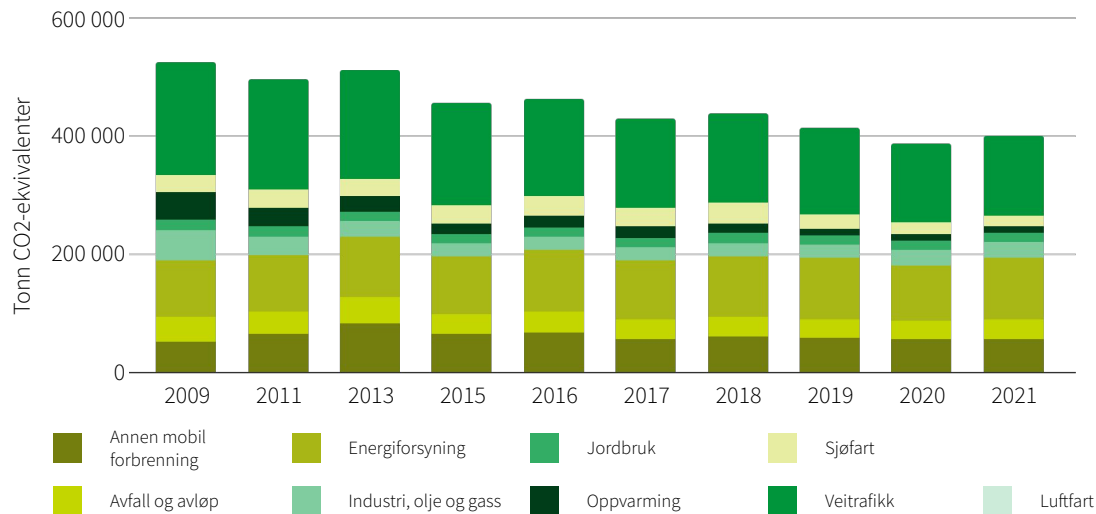
Utslipp av CO₂e relativt til verdiskaping viser klimapåvirkning i lys av verdien næringen bidrar med lokalt og utenfor kommunen, og indikatoren kan dermed gi uttrykk for sirkulært potensial. Potensial for sirkulær omstilling i den forstand at næringer som rangeres høyt har mulighetsrom for å redusere utslipp relativt til verdien næringen bidrar med.

Klimagassutslipp per verdiskaping per næring i Trondheim kommune. Størrelsen på firkantene illustrerer størrelsen på utslipp relativ til verdiskaping i næringen. Detaljert data finnes i Vedlegg.





Klimagassutslipp: Utslippene i Trondheim kommune faller gradvis - elektrifisering av bilparken er en viktig driver



Grafen viser utvikling i totale klimagassutslipp per sektor mellom 2009-2021¹. Merk at Miljødirektoratet benytter en annen gruppering enn standarden SN2007. Utslipp fra anleggsvirksomhet er eksempelvis ikke inkludert, slik utslipp fra byggenæringen er under Annen mobil forbrenning.

Totale direkte klimagassutslipp i Trondheim kommune, målt i CO2-ekvivalenter, har i henhold til Miljødirektoratet gått ned om lag 24 % i perioden 2009-2021, fra ~525 tusen tonn CO2e til ~400 tusen tonn CO2e. Utslippene det siste året har isolert sett økt 3,4 %.

Slik illustrert ved grafen til venstre er utslippene fordelt på ni sektorer, der veitrafikk er sektoren med de største utslippene og den største utslippsreduksjonen (~29 %). Dette skyldes i hovedsak elektrifisering av bilparken i kommunen. Videre er utslipp fra oppvarming redusert med om lag 77 %, eller ~35 tusen CO2e. Årsaken er overgang fra bruk av fossil olje, fyringsparafin og vedfyring til LPG og noe bioenergi.

Industri, olje og gass har nesten halvert sine klimagassutslipp, tilsvarende ~24 tusen CO2e. Dette kan ha flere årsaker, inkludert elektrifisering av drift. Den største nedgangen skjedde fra 2009-2011, der mesteparten trolig kan knyttes til avviklingen av prøveproduksjon av solcellesilisium i smelteverket på Lilleby. Utslippsreduksjonen fant hovedsakelig sted mellom 2009 og 2013. Utslippene har de siste årene isolert sett økt for industri, olje og gass, som eneste sektor i Trondheim kommune.





Samspill mellom næringene

Kryssløpsanalyse og hovedfunn

Kryssløpet viser hvordan ulike næringer samhandler. Hvor store kjøp av varer og tjenester gjør de ulike næringene fra hverandre, og hvor store leveranser har de til hverandre?

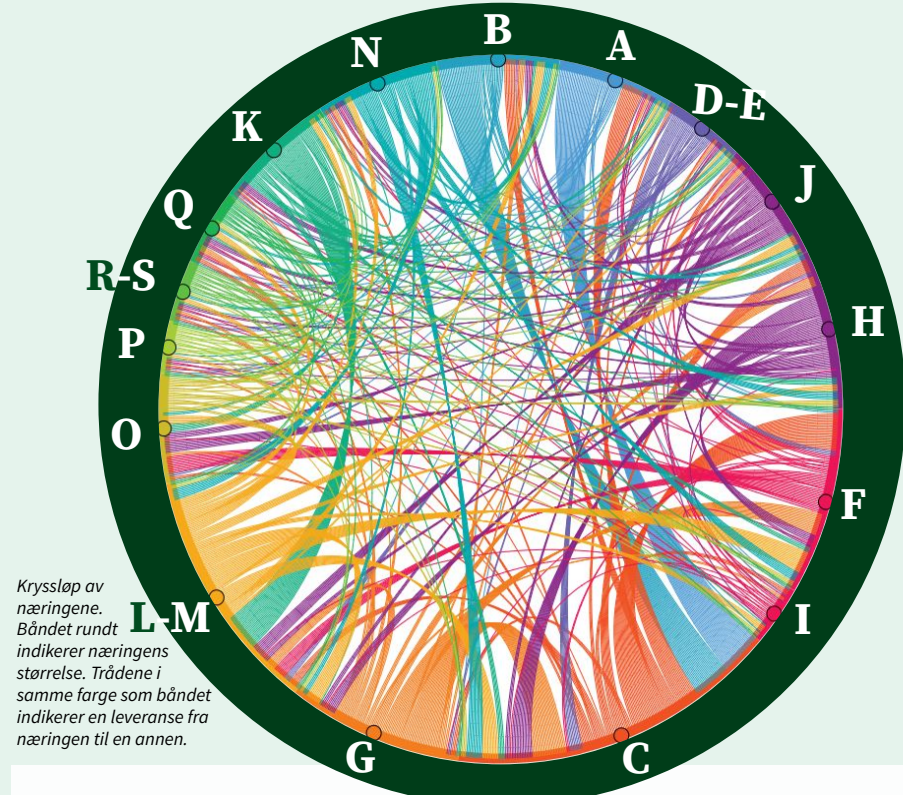
Illustrasjonen til høyre beskriver tre forhold ved hver enkelt næring. Næringens relative størrelse i forhold til norsk økonomi målt i kjøp og leveranser (andelen hver enkelt næring utgjør av sirkelen), hvor mye de leverer til andre næringer, og hvor mye de kjøper fra andre næringer (illustrert med tykkelsen på streken med denne næringens farge).

Industri (C) står for en relativt stor del av kjøp og leveranser av varer og tjenester. Dette er illustrert med rød farge i figuren til høyre. De største kjøpene i industrien kommer fra *Bygge- og anleggsvirksomhet (F)*, og *Jordbruk, skogbruk og fiske (A)*. Mens de største leveransene til *Industri (C)* skjer fra *Bergverksdrift og utvinning (B)*, *Varehandel, reparasjon av motorvogner (G)*, og *Transport og lagring (H)*.

Varehandel (G) har de største kjøpene fra (næringsmiddel-)industrien og fra *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift (L-M)*. De store kjøpene fra eiendomsdrift skyldes at varehandelen i leier logistikk og bygg.

Kryssløpets verdi

En kryssløpsanalyse viser hvor tett alle næringene er vevd inn i hverandre. Det fremkommer at enkelte nøkkelnæringer er avgjørende for at økonomien skal fungere. Videre er det tydelig at det er noen store næringer som har et sterkt avhengighetsforhold til én eller to næringer. Dette illustrerer den komplekse vare- og ressursflyten. Det er derfor avgjørende at tiltak knyttet til sirkularitet ikke kan rettes mot enkelt næringer, men at en hensyntar ressursenes reise fra råvare til ferdig produkt. Kryssløpsanalysen for de mest vesentlige næringene i Trondheims økonomi er en del av utredningen*.



Kryssløp av næringene. Båndet rundt indikerer næringens størrelse. Trådene i samme farge som båndet indikerer en leveranse fra næringen til en annen.

- | | | | |
|---|--|---|--|
| A Jordbruk, skogbruk og fiske | F Bygge- og anleggsvirksomhet | J Informasjon og kommunikasjon (IKT) | O Off. adm. og forsvar |
| B Bergverksdrift og utvinning | G Varehandel, reparasjon av motorvogner | K Finansierings- og forsikringsvirksomhet | P Undervisning |
| C Industri | H Transport og lagring | L-M Faglig, vit. og tek. tjenesteyting, og eiendomsdrift | Q Helse- og sosialtjenester |
| D-E El, vann og avløp, og renovasjon | I Overnattings- og serveringsvirksomhet | N Forretningsmessig tjenesteyting | R-S Kultur og annen tjenesteyting |

Note: Merk at størrelsene er eksklusive import og eksport. Se Vedlegg for detaljer.
*) Transport og lagring er ikke utdypet, da hovedpoeng kommer frem relatert til øvrige næringer.

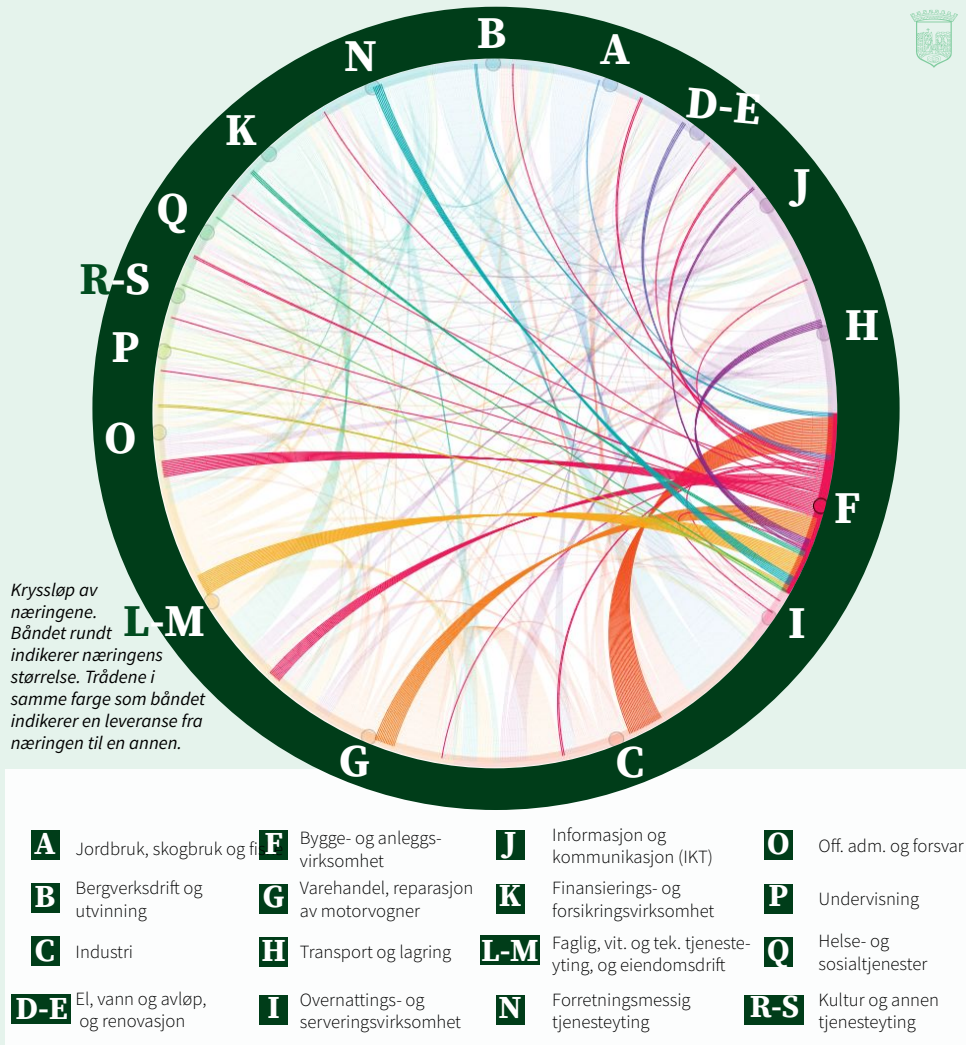
Bygge- og anleggsvirksomhet får flest leveranser fra Industri

Leveranser til Bygge- og anleggsvirksomhet

Det er tre dominerende leverandører til *Bygge- og anleggsvirksomhet (F)*. Bygge og anlegg mottar de største leveransene fra *Industri (C)*. Dette skyldes at mye av råmaterialene og -produktene, slik som betong, asfalt, metaller mv., produseres av *Industri (C)*. Etter industrien kommer de største leveransene fra *Varehandel og reparasjon av motorvogner (G)*, og *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift (L-M)*. Varehandelen inkluderer byggevareforretninger som leverer mye tømmer og byggevarer, men også andre varetyper. Fra *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift (L-M)* er det tjenester slik som ingeniørtjenester og arkitekttjenester som blir levert. Dette illustrerer at *Bygge- og anleggsvirksomhet (F)* i stor grad også har innleie av tjenester og personell.

Leveranser fra Bygge- og anleggsvirksomhet

Bygge- og anleggsvirksomhet (F) har flere typer leveranser. Næringen produserer blant annet nye bygg og veier, det gjøres større oppgraderinger og rehabiliteringer som også regnes som investeringer, samt at det leveres et stort omfang mindre oppgraderinger som anses som produktinnsats. De største leveransene av produktinnsats gjøres mot offentlig sektor. Dette er typisk vedlikehold og mindre oppgraderinger av eksisterende bygningsmasse. Tilsvarende gjøres det store leveranser til næringen *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift (L-M)*. Dette er nær utelukkende leveranser til eiendomsdrift. En stor del av næringsbyggene i Norge er drevet av selskaper i eiendomsdrift, ikke direkte av produksjonsbedriften. Dette betyr at varehandelene ikke eier byggene selv, men leier bygg av et eget utleieselskap. Vedlikehold på byggene skjer følgelig som leveranser til eiendomsdrift, ikke varehandelen.





Samspill mellom næringene

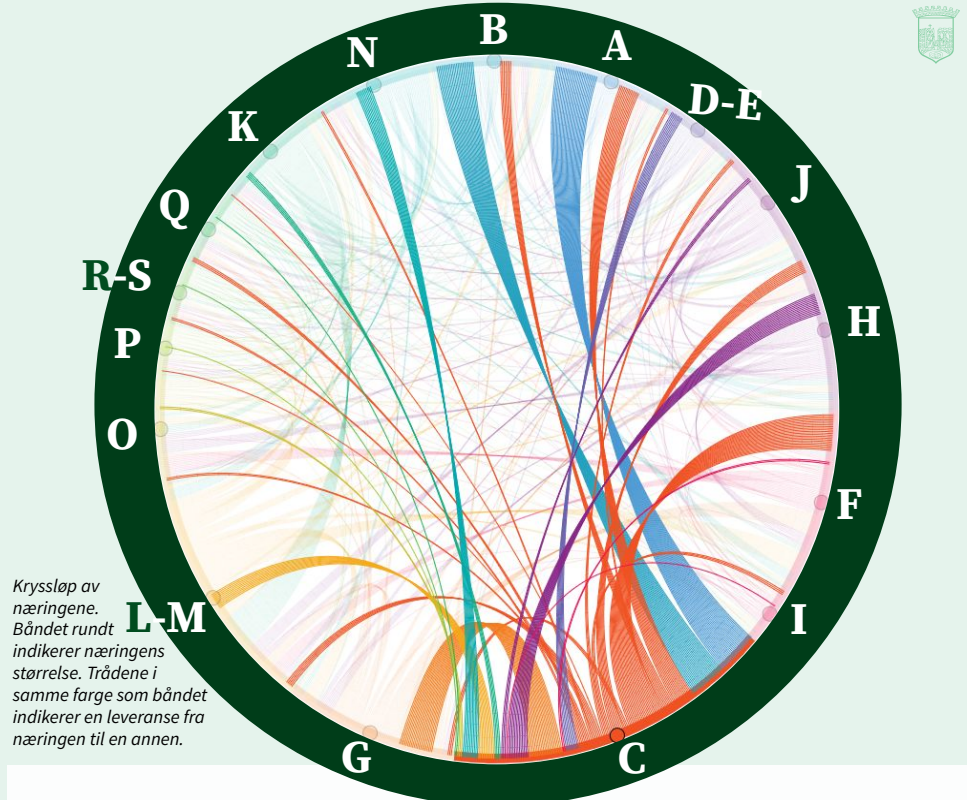
Industri får flest leveranser fra Jordbruk, skogbruk og fiske

Leveranser til Industri

Industri (C) har sine største leveranser fra primærnæringene. Næringsmiddelindustrien spesielt mottar store leveranser fra landbruket, og fiske og akvakultur. Dette er leveranser som videreføres og selges videre til varehandelen. *Bergverksdrift og utvinning (B)* har også store leveranser til industrien da næringen har viktig råmateriale for deler av industrien. *Varehandel og reparasjon av motorvogner (G)* sine leveranser til industrien treffer industrien bredt, men er særlig knyttet til næringsmiddelindustri. Videre er industrien avhengig av *Transport og lagring (H)* av sine tjenester for å distribuere sine produkter og for mottak av råmateriale. Illustrasjonen til høyre viser store leveranser fra *Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift (L-M)*. Dette er både tekniske og juridiske tjenester, samt leie av næringsbygg.

Leveranser fra Industri

Bygge- og anleggsvirksomhet (F) har store behov for trevirke og ikke-metallholdige mineralprodukter, slik som betong og gips, i tillegg til ulike typer farmasøytiske produkter og mottar dermed mye fra varer fra *Industri (C)*. Industrien leverer også mye tilbake til primærnæringene. Dette inkluderer fôr og farmasøytiske produkter til *Jordbruk, skogbruk og fiske (A)*, samt reparasjon og installasjon av maskiner i næringene. *Transport og lagring (H)* gjør store kjøp fra industrien. Kjøpene er særlig knyttet til reparasjon og installasjon av maskiner, i tillegg til kjøp av farmasøytiske produkter. Industrien har også betydelige leveranser til *Bergverksdrift og utvinning (B)*. Dette gjelder særlig knyttet til skip og plattform, men også andre deler av industrien har leveranser til petroleumsnæringen.



Kryssløp av næringene. Båndet rundt indikerer næringens størrelse. Trådene i samme farge som båndet indikerer en leveranse fra næringen til en annen.

- | | | | |
|---|--|---|--|
| A Jordbruk, skogbruk og fiske | F Bygge- og anleggsvirksomhet | J Informasjon og kommunikasjon (IKT) | O Off. adm. og forsvar |
| B Bergverksdrift og utvinning | G Varehandel, reparasjon av motorvogner | K Finansierings- og forsikringsvirksomhet | P Undervisning |
| C Industri | H Transport og lagring | L-M Faglig, vit. og tek. tjenesteyting, og eiendomsdrift | Q Helse- og sosialtjenester |
| D-E El, vann og avløp, og renovasjon | I Overnattings- og serveringsvirksomhet | N Forretningsmessig tjenesteyting | R-S Kultur og annen tjenesteyting |



Samspill mellom næringene

Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon

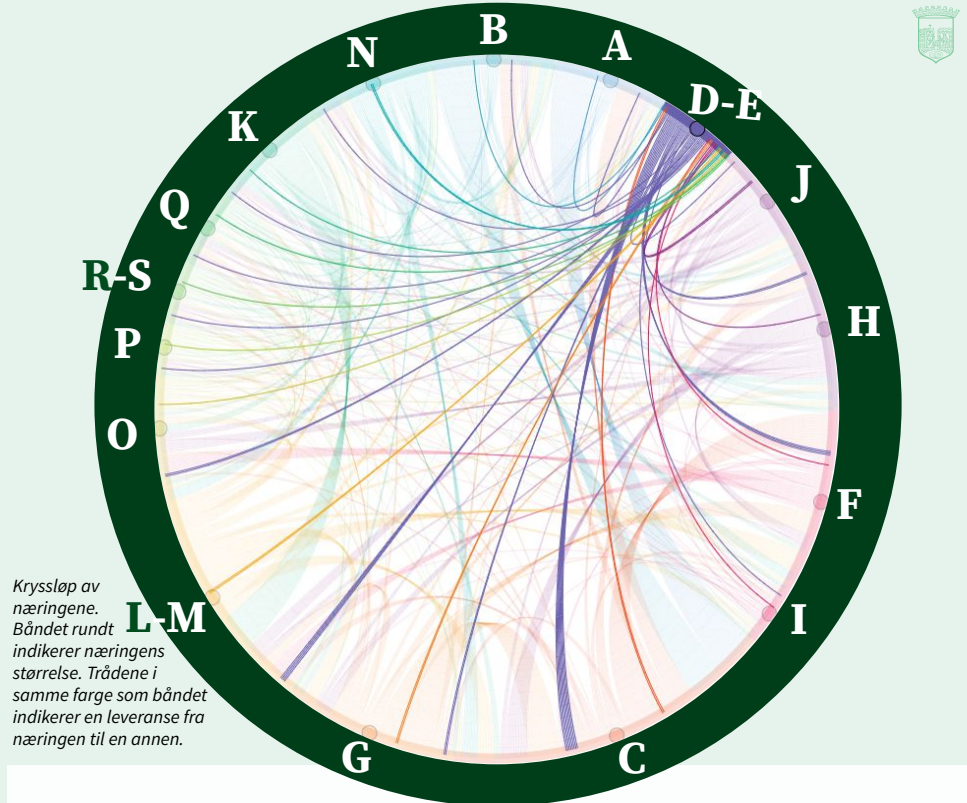
Leveranser til Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon

Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon (D-E) får sine største leveranser fra Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift (L-M), men har i tillegg en rekke leveranser fra andre næringer. Dette kan sees i sammenheng med at næringen håndterer avfall generert fra alle andre næringer, og er dermed tett knyttet opp til de fleste næringer.

Leveranser fra Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon

De største leveransene fra Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon (D-E) er til industrien. Industrien er avhengig av store mengder energi i sin drift. Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon (D-E) leverer også strøm og fjernvarme til de fleste andre næringer, eksempelvis til oppvarming av bygg. Det samme gjelder også vannforsyning og avløp.

Da denne analysen er basert på det nasjonale kryssløpet vil nok Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon (D-E) i realiteten stå for en større andel av sirkelen på grunn av den store aktiviteten fra fjernvarmeanlegget på Heimdal. Av samme grunn vil trolig også avfallsmengdene levert til næringen være større for Trondheim enn for de fleste andre kommuner i landet.



A Jordbruk, skogbruk og fiske	F Bygge- og anleggsvirksomhet	J Informasjon og kommunikasjon (IKT)	O Off. adm. og forsvar
B Bergverksdrift og utvinning	G Varehandel, reparasjon av motorvogner	K Finansierings- og forsikringsvirksomhet	P Undervisning
C Industri	H Transport og lagring	L-M Faglig, vit. og tek. tjenesteyting, og eiendomsdrift	Q Helse- og sosialtjenester
D-E El, vann og avløp, og renovasjon	I Overnattings- og serveringsvirksomhet	N Forretningsmessig tjenesteyting	R-S Kultur og annen tjenesteyting

Vekting av områder i beregning av totalt sirkulært potensial*:

	Hver indikator er normalisert	Vekting av hvert område
	<ul style="list-style-type: none">• Verdiskaping• Sysselsetting• Innovasjon	x 33 %
+ 	<ul style="list-style-type: none">• Andel til gjenvinning• Tilgang på sekundære råvarer• Forbruk av sekundære råvarer	x 0 % <i>Utelates fra vektning grunnet datamangel</i>
+ 	<ul style="list-style-type: none">• Klimagassutslipp• Klimagassutslipp per verdiskaping	x 33 %
+ 	<ul style="list-style-type: none">• Avfallsmengde• Avfall per verdiskaping• Kvantitativt råmateriale	x 33 % <i>'Kvantitativt råmateriale' utelates grunnet datamangel</i>

+ Kvalitativ vurdering

= Sirkulært potensial per næring

Oppsummering av sirkulært potensial i næringene

Beregning av sirkulært potensial

Fire områder, Verdiskaping, arbeid og innovasjon, Gjenvinning og ombruk, Produksjon og forbruk, og Klimagassutslipp, der alle har innvirkning på Trondheim kommunes sirkulære potensial, er nå beskrevet. Områdene, representert ved et utvalg indikatorer, kan brukes til å måle og følge omstillingen til en sirkulær økonomi. Indikatorene knyttet til klimagassutslipp og avfall viser hvor stor del av økonomien som ikke er sirkulær. Andre indikatorer, slik som verdiskaping og investeringer i forskning og utvikling sier noe om evnen til å bli sirkulær. Indikatorene måler altså ikke hvor sirkulær næringene er i seg selv, men de sier noe om sirkulært potensial. Indikatorene er designet slik at den beskriver det relative forholdet med næringene i Trondheim. For å si noe om utviklingen i den enkelte næring over tid, bør en fokusere på de fire områdene og deres indikatorer.

Normalisering av indikatorer og vektning av områder

Hver indikator er normalisert* for å kunne aggregere opp til hvert område. For å beregne totalt sirkulært potensial i hver næring er områdene vektet. Da det, per i dag, kun er samlet inn data for *Bygge- og anleggsvirksomhet* innen Gjenvinning og forbruk holdes indikatorene i dette fokusområdet utenfor den matematiske modellen. De tre gjenstående fokusområdene vektet likt (33 %) inn i beregningen av sirkulært potensial, slik illustrert til venstre.

Sirkulært potensial er oppsummert på neste side, der hver næring er markert med enten mindre potensial, potensial eller høyt potensial med utgangspunkt i beregning per indikator. Næringer som er 'topp fem' innenfor hvert indikatorområde er også markert. Data for alle indikatorene per næring finnes i Vedlegg på side 80-83.


For å justere for ufullstendige data for indikatorer knyttet til Gjenvinning og ombruk, samt kvantitativt råmateriale, er det i tillegg gjort en kvalitativ vurdering av sirkulært potensial. Numerisk score for *Helse- og sosialtjenester, Industri og Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift* er lik for sirkulært potensial. Grunnet et høyere materialforbruk og sterke ringvirkningseffekter er likevel potensialet høyere i industrien.







Sammendrag av nåsituasjon per næring og vurdering av sirkulært potensial

Næring	Verdiskaping, arbeid og innovasjon	Gjenvinning og ombruk ¹	Produksjon og forbruk	Klima-påvirkning	Potensial
	2020/2022	2022	2021/2022	2021/2022	
A] Jordbruk, skogbruk og fiske					
B] Bergverksdrift og utvinning					
C] Industri					
D-E] El, vann og avløp, og renovasjon					
F] Bygge- og anleggsvirksomhet					
G] Varehandel					
H] Transport og lagring					
I] Overnattings- og serveringsvirksomhet					
J] Informasjon og kommunikasjon					
K] Finansiering og forsikring					
L-M] Teknisk tj.yting, eiendomsdrift					
N] Forretningsmessig tjenesteyting					
O] Offentlig admin. og forsvar					
P] Undervisning					
Q] Helse- og sosialtjenester					
R-S] Kultur og Annen tjenesteyting					

Nåsituasjon




 Blant topp 5 innenfor dimensjonen i Trondheim

Indikatorene er normalisert for å gi en total vurdering av næringen innen hvert fokusområde, og hvert område er vektet for å muliggjøre sammenligning på tvers.

-  Verdiskaping, arbeid og innovasjon (33 % av total)
-  Gjenvinning og ombruk (0 % av total)
-  Produksjon og forbruk (33 % av total)
-  Klimapåvirkning (33 % av total)

I tillegg til en kvalitativ vurdering for å fange opp andre effekter.

Vurdering av sirkulært potensial

-  Høyt potensial
-  Potensial
-  Mindre potensial

^{1]} Merk at gjenvinning og ombruk-kolonnen er basert på indikatoren 'Gjenvinningsgrad'. Da dette er data som foreløpig kun er fremskaffet for næring F] Bygge- og anleggsvirksomhet (fra Materialstrømsanalyse) er det kun denne næringen hvor nåsituasjon er vurdert.



Enkelte næringer har særlig stort sirkulært potensial og bør derfor prioriteres i videre arbeid med sirkulær omstilling

Avfall (tonn)	Utslipp (tonn CO2e)
Sysselsetting (antall)	Verdiskaping (MNOK)

Basert på den samfunnsøkonomiske analysen, og den helhetlige vurderingen av næringenes sirkulære potensial, bør følgende næringer prioriteres i videre arbeid med sirkulær transformasjon i kommunen. Her illustrert ved et utvalg av indikatorer fra hvert område.



Merk at størrelsen på boksene i figurene per næring kun er ment illustrativt. Mengdene i boksene er reelle og data for samtlige næringer finnes i rapportens Vedlegg.



Konklusjon

Dagens situasjon og sirkulært potensial

Den samfunnsøkonomiske analysen gir et godt øyeblikksbilde av dagens situasjon for sirkulær omstilling i Trondheim, basert på utvalgte indikatorer innenfor områdene Verdiskaping, arbeid og innovasjon, Gjenvinning og ombruk, Produksjon og forbruk, og Klimagassutslipp. I tillegg viser kryssløpsanalysen samspillet mellom næringene, som har innvirkning på hvor viktig hver av næringene er for økonomien i Trondheim. Disse faktorene, sammen med en kvalitativ vurdering, indikerer at følgende fire næringer per i dag har størst sirkulært potensial i Trondheim kommune:



Grad av potensial og årsaken til vurderingen er beskrevet i analysen på side 37-43.

Et naturlig neste steg i det sirkulære skiftet av Trondheim kommune vil være å igangsette analyser for bedre forståelse av hva som ligger i potensialet for næringene over. Et eksempel på dette kan være kartlegging av materialstrømmer, slik gjort for *Bygge- og anleggsvirksomhet (F)*, for næring *Industri (C)*, *Elektrisitet, vann og avløp og renovasjon (D-E)* og *Transport og lagring (H)*. Kunnskapsgrunnlag fra slike analyser vil gjøre det mulig å finne konkrete tiltak for økt sirkularitet i hver enkelt næring og på tvers av næringer. Som påpekt i resultatet av kryssløpsanalysen er det viktig at tiltak for å oppnå økt sirkularitet ikke kun rettes mot enkelt næringer, men hensyntar ressursenes helhetlige materialflyt, da en næring ofte har innsatsfaktorer og leveranser til en rekke andre næringer.

A row of four colorful wooden houses built on stilts over water. From left to right, the houses are green, dark red, yellow, and bright red. Each house has multiple windows with white frames. In the background, there are more buildings on a hillside. The water is calm, reflecting the houses and the sky. A small boat is visible in the water in front of the houses.

Del 2: Materialstrømsanalyse av bygge- og anleggsnæringen

Foto: Joshua Kettle, Unsplash

Del 2: Materialstrømsanalyse av bygge- og anleggsnæringen

Hvorfor bygge- og anleggsnæringen?	side 47	Sirkularitet i dagens verdikjede	side 65
Introduksjon og metode	side 48	Rammeverk for vurdering av sirkulært potensial	side 66
Resultater av materialstrømsanalysen	side 51	Områder med potensial for økt sirkularitet	side 67
Materialutvinning og produksjon	side 51	Konklusjon	side 70
Oppføring, bruk, rehabilitering og vedlikehold av bygg	side 54		
Oppføring, bruk, rehabilitering og vedlikehold av anlegg	side 57		
Avfallshåndtering og -behandling	side 60		
Aggregerte resultater	side 63		
Energi	side 64		

Hvorfor bygge- og anleggsnæringen?

40 prosent av avfallet som genereres i Trondheim kommune stammer fra bygg og anlegg, som er en av næringene med størst sirkulært potensial

Bygg og anlegg er både en material- og utslippsintensiv næring, og samtidig en viktig næring for Trondheim målt etter antall sysselsatte. Sammen med store avfallsmengder og lite gjenbruk av materialer indikerer dette et stort sirkulært potensial i næringen. Dette støttes av kunnskapsgrunnlaget til den nasjonale strategien for sirkulær økonomi, der bygg og anlegg er identifisert som næringen med størst potensial for sirkularitet⁴.

Allerede i 2014 avdekket kommunen at økt fokus på bygg og infrastruktur, herunder eksempelvis byggeprosess, materialvalg og drift, var avgjørende for å redusere klimagassutslipp⁵. Mye har skjedd siden den tid, eksempelvis innen ombrukskartlegging og elektrisk drift av anleggsmaskiner. Kommunen ønsker nå mer innsikt i materialflyt i næringen, og dermed mer kunnskap om hvor det sirkulære potensialet i næringen er størst. Analysene skal fungere som et kunnskapsgrunnlag i det videre arbeidet for et sirkulært Trondheim.

5.

største næringen i Trondheim kommune målt etter sysselsatte¹



25

prosent av avfallet i Norge er fra bygg og anlegg²



40

prosent av verdens utslipp er knyttet til bygg og anlegg³



1] SSB. 07984: Sysselsatte per 4. kvartal, etter region, næring (SN2007), statistikkvariabel og år - arbeidssted

2] SSB. 10514: Avfallsregnskap for Norge, etter kilde og materialtype (1 000 tonn). 2021.

3] Grønn Byggallianse. Klimakur for bygg og eiendom. 2020.

4] Deloitte. Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi. 2020.

5] Misa. Asplan Viak. Klimaeffektive anskaffelser i Trondheim. 2014



Introduksjon til metode og systemgrenser

Formål

Materialstrømsanalyse skal øke forståelsen for materialstrømmene for bygge- og anleggsnæringen. Målet er å undersøke hvilke deler av verdikjeden som har størst potensial for sirkularitet, og hvor muligheten til å påvirke i retning av økt sirkularitet er størst. Analysen skal gi et inntrykk av størrelsesforhold av strømmer og aktivitetsnivå for de ulike prosessene langs verdikjeden.

Kort beskrivelse av metode

Materialstrømsanalyse (Material Flow Analysis; MFA) er en systematisk vurdering av strømmer og beholdninger av bestemte materialer i et system definert i rom og tid. MFA er et godt verktøy for å få innsikt i hvordan naturressurser og energi brukes i ulike ledd av verdikjeden, og videre avdekke eventuelle ineffektiviteter og potensial for sirkularitet.

Systemgrensene, eller avgrensningene, for analysen er satt til det geografiske området Trondheim kommune for tidsrommet 2017-2022. Grunnet begrenset datatilgjengelighet for enkelte strømmer og materialer vil det variere hvilken tidsperiode som er analysert for de ulike strømmene.

Datagrunnlaget består av både kvalitativ og kvantitativ data. Kvalitativ innsikt er samlet inn gjennom fokusintervjuer, og et innspillsmøte med 16 deltakere fra det offentlige og private aktører fra bygge- og anleggsbransjen. Offentlig tilgjengelig data, blant annet fra SSB og Vegvesenets databaser, i tillegg til data fra Trondheim kommune, og bransjeaktører utgjør kvantitativt datagrunnlag. Videre er volum på strømmene avrundet, grunnet varierende datakvalitet.

Mer detaljert metodebeskrivelse finnes i Vedlegg.

Avgrensning av bygge- og anleggsnæringen

Anleggssektoren er avgrenset til å omfatte vei, tunnel og bro, basert på innledende analyser da det trolig er disse områdene som står for størst materialbruk. Vann- og avløpsprosjekter er ikke inkl. i analysen. Bygg omfatter både bygg for bruk som bolig, og bygg til andre formål. Analysen tar utgangspunkt i verdikjeden til næringen, og dermed vil andre næringer, som industri og avfallshåndtering, indirekte også analyseres.

Analyserte materialer

Fire materialgrupper er inkludert i analysen; mineraler og kjemikalier, biomasse, metaller og energi. Hver materialgruppe består av materialer som inngår i materialstrømsanalysen, utvalgt på bakgrunn av innledende analyser av volum og tilgjengelig data og data det har vært mulig å fremskaffe. Analysen fokuserer på materialgrupper og tar ikke for seg enkelt produkter som f.eks. ventilasjonsanlegg, interiør, vinduer osv. Gruppering av materialene bygger på Kongsvinger rapport¹ og på EW-MFA metoden utviklet av EU².

Følgende materialer og produkter er inkludert i analysen



Mineraler og kjemikalier

Eks. leire, sand, stein, tegl, keramikk, betong, asfalt



Metaller

Eks. jern, stål og aluminium



Biomasse

Eks. trevirke



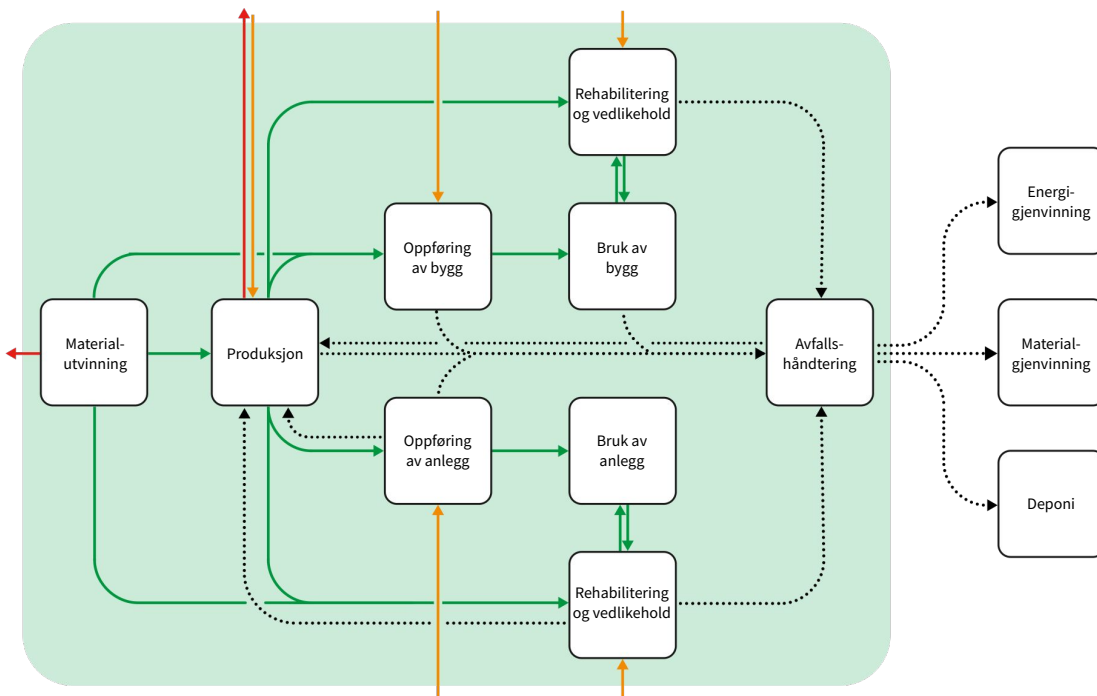
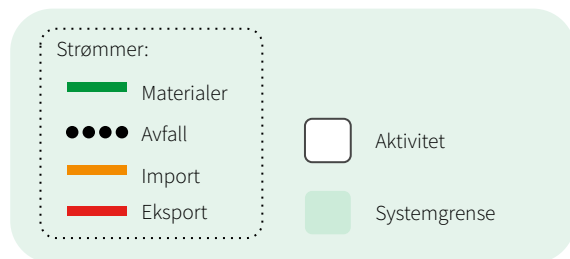
Energi

Eks. drivstoff, elektrisitet, fjernvarme

Analysen tar for seg verdikjeden for bygg og anlegg med tilhørende strømmer og aktiviteter

Verdikjeden for bygge- og anleggsnæringen

Analysen tar for seg verdikjeden til bygge- og anleggsnæringen, fra lokal utvinning av råmaterialer til avhending av materialer ved endt levetid, for eksempel fra riving av boligbygg. Kommunen er ikke et lukket system, fordi aktører handler materialer som byggeråstoff, og produkter som betong med aktører i andre deler av landet, eller utlandet. Import og eksport av materialer er derfor også markert langs verdikjeden. Noe avfall fraktes også ut av kommunen, men grunnet manglende data er analysen avgrenset til innsamlingen og behandlingen av avfallet uavhengig av hvor denne behandlingen finner sted.



Overordnet illustrasjon av verdikjeden for bygge- og anleggsvirksomhet, med kartlagte materialstrømmer og prosesser.

Verdikjedens aktiviteter

For å kunne følge materialene sin reise gjennom verdikjeden er analysen av materialstrømmene strukturert i fire hovedaktiviteter:

- **Materialutvinning og produksjon:**

Utvinning av råmaterialer, som pukk og trevirke, og deretter produksjon av produkter som betong og asfalt basert på disse råmaterialene. Alt til bruk i bygge- og anleggsvirksomhet.

- **Oppføring, bruk, rehabilitering og vedlikehold av bygg:**

Materialer og produkter brukt i ulike typer bygg, materialbeholdningen i eksisterende bygningsmasse og materialer brukt i vedlikehold av byggene. Materialer som går fra bruk av bygg tilsvarer avfallet som oppstår ved riving av bygningsmasse.

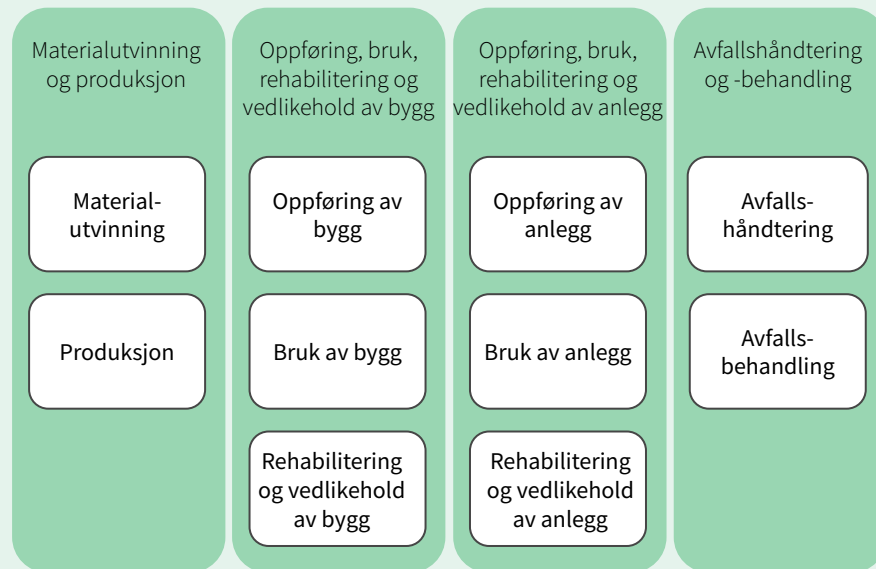
- **Oppføring, bruk, rehabilitering og vedlikehold av anlegg:**

Materialer og produkter brukt i oppføring av vei og andre anlegg. Materialbeholdningen i eksisterende veinett o.l., og materialer brukt i rehabilitering og vedlikehold av anlegg.

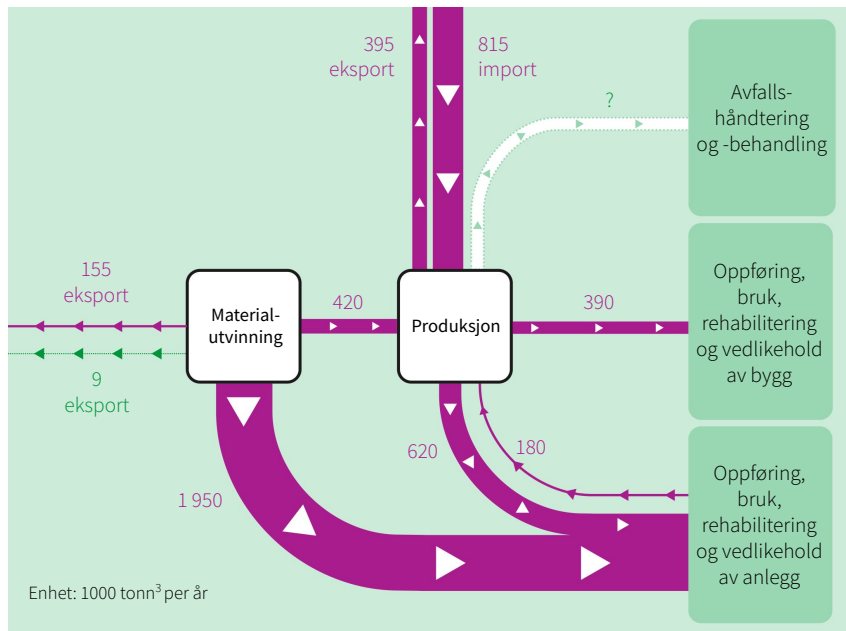
- **Avfallshåndtering og -behandling:**

Materialer og produkter fra både bygge- og anleggsvirksomhet som ender som avfall og videre behandles på ulike måter.

Analysen er strukturert etter følgende gruppering av aktiviteter:



Materialutvinning og produksjon



Utsnitt av verdikjeden med kvantifiserte strømmer for aktivitetene Materialutvinning og Produksjon.

Fargen på strømmen tilsier hvilken materialgruppe strømmen består av:



1] Dirmin. DMFs ressursregnskap for byggeråstoff. 2021.

2] SSB. Frå foredling til råstoffleverandør. 2022

3] Avvik fra massebalanse pga. avrunding eller tilførsel/uttrekk fra beholdning.

4] Innspill fra næringsaktør og egne beregninger

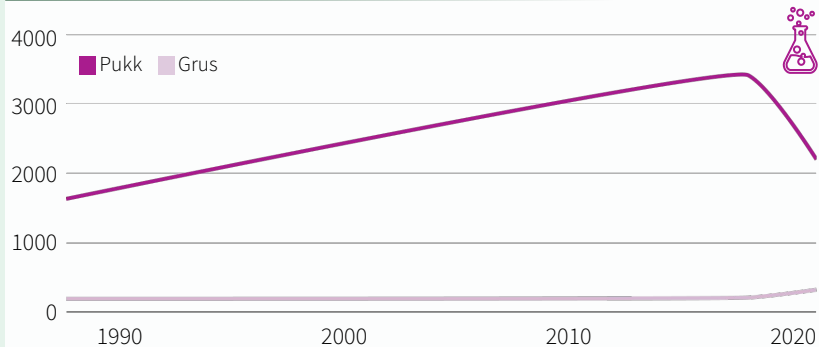
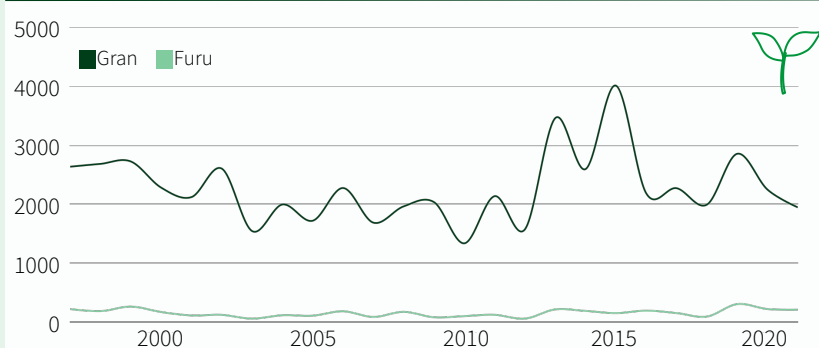
Materialutvinning

Materialutvinning inkluderer utvinning og første produksjonsledd med knusing av sprengt fjell og vasking av masser. I 2021 ble det utvunnet rundt 2 525 tusen tonn pukk og grus i Trondheim kommune, hvorav 2 200 tusen tonn var pukk og 325 tusen tonn sand og grus. Av dette gikk ca. 30 % til vei, 12 % faste dekker, 5 % til betongproduksjon og resterende halvpart til annet bruk som fyllinger i tomter, dremsmasser m.m¹. Hoveddelen av utvunnet masser blir anvendt lokalt i kommunen, med små fraksjoner eksportert til nærliggende områder. Kvalitativ innsikt tilsier at dette er grunnet relativ lav kvalitet på anvendt byggeråstoff, og er derfor ikke egnet til større vegprosjekter som europaveier. Direktoratet for mineralforvaltning (DirMin) påpeker også at utvinning av byggeråstoff ofte blir brukt lokalt der det utvinnes¹. Utvinning av biomasse, i form av hogst, skjer i mindre skala enn byggeråstoff, hvor rundt 9 tonn trevirke til byggematerialer ble utvunnet i 2021.

Produksjon

Produksjonsleddet omfatter produksjon av byggematerialer, som eksempelvis asfalt og betong, hvor årlig produksjonsvolum er grovt estimert til henholdsvis 650 og 800 tusen tonn. Hoveddelen av dette er antatt brukt i kommunen, mens rundt 395 tusen tonn av betongen er estimert eksportert⁴. Årlig forbruk av betong i kommunen er anslått til rundt 400 tusen tonn, som går til både boligbygging og infrastruktur som bru. Det er noe gjenvinning av overskuddsmasser, hvor massene vaskes og brukes på nytt i betongproduksjon. For produksjon av asfalt brukes både jomfruelig materiale og noe sekundær materiale (gammel asfalt), men dette skjer i dag i mindre skala. Foredling av trevirke skjer hovedsakelig utenfor Norge, eller i mindre grad i andre norske kommuner².

Det er ikke kvantifisert andre byggematerialer grunnet mangel på data; herunder mangler f.eks. data på produksjon av steinull hos Rockwool.

Uttak av grus og pukk i Trondheim kommune (1000 tonn)⁴Hogst av gran og furu (m³)²

Det utvinnes små volum med lauvtre, mindre enn 100 m³ årlig, og er dermed ikke inkludert i grafen.

Resultater

Trondheim er kommunen i Trøndelag som produserer mest byggeråstoff

Materialutvinning

Trondheim kommune har seks uttak av steinmateriale, med Forset Grus, Franzefoss Pukk og Ramlo Sandtak som hovedaktører. Disse seks uttakene utvinner både sand og grus, bestående av både naturgrus og knust grus, samt pukk som er knust fjell. Det årlige utvinningsvolumet av sand og grus i kommunen har økt med over 8 % og pukk med hele 200 % siden 1980 (se *øverste graf*)¹. Ifølge DMF (2022) har Trondheim kommune opptil fem år gjenstående levetid for sine uttak av sand og grus, og mellom 10 til 20 år igjen for uttak av pukk. Dette betyr at det er økende behov for å se etter muligheter for å øke den sirkulære bruken av materialene som allerede er utvunnet og befinner seg i og rundt kommunen.

Det er også noe hogst i kommunen hvor hovedsakelig gran og furu blir avvirket. I Trondheim går rundt halvparten av avvirket masse til videreforedling til byggematerialer, og resten av materialene går til for eksempel møbler eller annen bruk av trevirke. Det antas at videreforedlingen skjer utenfor kommunens grenser, da det er under 20 personer som er sysselsatt i treforedlingsindustrien i kommunen³, samt at det på nasjonal basis eksporteres mer trevirke nå enn før. Det har vært jevn hogstaktivitet i kommunen historisk sett, hvor både mengde og typer trevirke som har blitt avvirket har vært relativt stabilt, med noen årlige svingninger (se *nederste graf*).

For oversikt over hvor både grus, pukk og trevare utvinnes i kommune, se graf på neste side.

1] DMF. Levetidskart for byggeråstoff. 2022

2] SSB. 03895: Avvirking av for salg (m³), etter region, sortiment, statistikkvariabel og år.

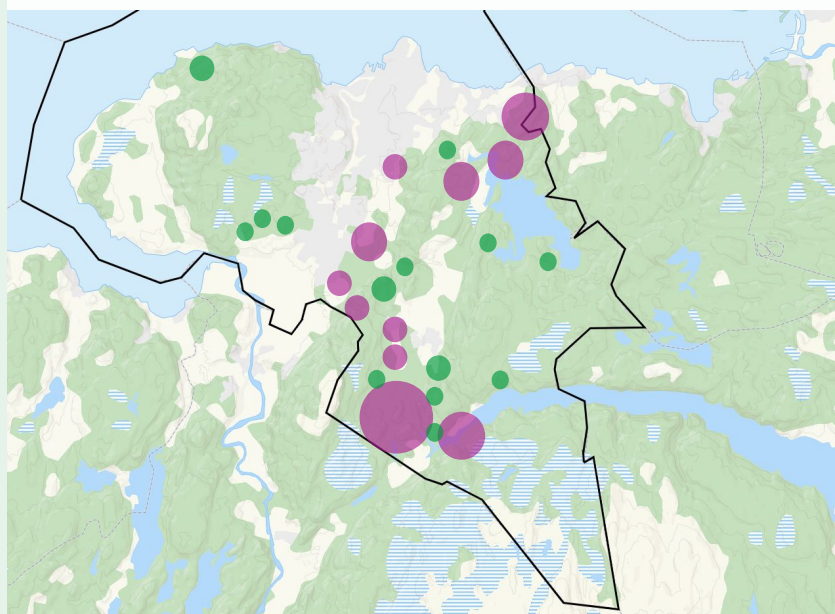
3] SSB. 07984: Sysselsatte per 4. kvartal, etter region, næring (SN2007), statistikkvariabel og år - arbeidssted.

4] DirMin. DMFs ressursregnskap for byggeråstoff. 2022.

Material-
utvinning

Produksjon

Utvinning og produksjon av bygge- og anleggsmaterialer^{3,4}



Ressurskartet viser geografiske områder i Trondheim kommune der det utvinnes og produseres materialer til bygge- og anleggsnæringen, som trevirke, pukk og grus. Kartet er en grov skisse, der volum illustreres ved sirkelstørrelse. Kartet er utformet med utgangspunkt i kart fra NIBIO³ og NGU⁴.



Kjemikalier og mineraler:
Grus-, pukk- og steinressurser



Biomasse:
Hogst av trevirke

| Kommune-
grense

Resultater

Det er noe sirkulære innsatsfaktorer i produksjon av byggematerialer

Produksjon

Det produseres flere byggematerialer i kommunen, som for eksempel betong og asfalt, og det er i dag noen sirkulære avfallsstrømmer i produksjon av disse.

Asfaltavfall blir enten levert til avfallshåndtering, tilbake til produsenter eller til privatpersoner. Det er mulig å bruke asfalt som er skrappt fra veier fra vedlikehold som råmateriale til asfaltproduksjon¹. Dette skjer til en viss grad i dag. Informasjon fra produsenter tilsier at det er økende etterspørsel etter gjenvunnet asfalt, men at tilgang er en utfordring.

I 2013 ble Rimol Miljøpark etablert, hvor hensikten er å vaske forurensede masser som genereres for eksempel ved sprenging og utgraving av tomter eller ved infrastrukturprosjekter. Vasking av massene muliggjør bruk av disse i produksjon av betong eller som strø sand. Vaskingen har en effekt på 80 %, hvor de resterende 20 % av massene går til ordinært deponi². Ifølge en rapport fra Trondheimsregionen⁵ vil det være et økende behov for å deponere masser i årene som kommer, og det vil derfor være nødvendig å se på lignende løsninger som Rimol Miljøpark for gjenvinning av overskuddsmasser inn i produksjon.

1] Kontrollordningen for asfaltgjenvinning. 2021. Årsrapport.

2] Rimol Miljøpark.

3] NIBIO. Kilden. Skogressurskart (SR16). 2021

4] NGU. Geologiske kart. Grus og pukk.

5] Bærekraftig massehåndtering i Trondheimsregionen. Trondheimsregionen. 2023

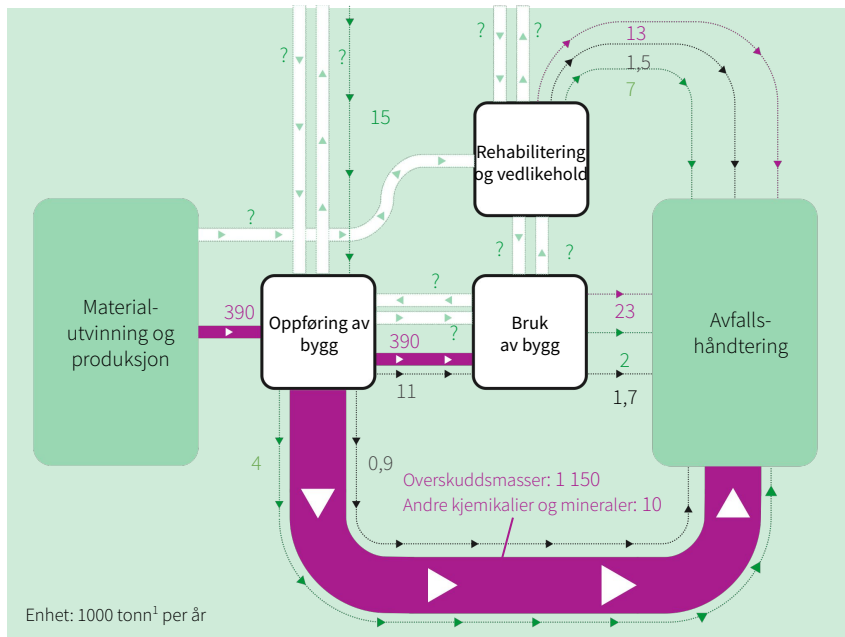


Oppføring, rehabilitering og vedlikehold, og bruk av bygg

Oppføring av bygg

Bruk av bygg

Rehabilitering og vedlikehold av bygg



Utsnitt av verdikjeden med kvantifiserte strømmer for aktivitetene Oppføring av bygg, Bruk av bygg, og Rehabilitering og vedlikehold.

Fargen på strømmen tilsier hvilken materialgruppe strømmen består av:



Oppføring av bygg

Den største strømmen av materialer fra bygg er overskuddsmassene, sprengt materiale, som generes ved utbygging av tomter eller lignende. Årlig er dette estimert til 1 150 tusen tonn. Disse massene går i all hovedsak til deponi, men noe blir brukt på nytt i anleggsprosjekter som fyllmasser eller går til produksjon av betong via vasking. Annet avfall fra oppføring av bygg er materialer som tegl, betong, asfalt og gips innen kjemikalier og mineraler (10 tusen tonn), samt mindre kvanta av metaller (0,9 tusen tonn) og treavfall (4 tusen tonn). Behovet for materialer innen oppføring av bygg fordrer god kunnskap rundt materialsammensetningen i bygninger, hvor det i dag er mangelfull informasjon. Av denne årsaken er ikke denne strømmen kvantifisert, da den er preget av stor usikkerhet. Innsikt indikerer at det i dag eksisterer en sirkulær strøm for bruk og avhending av metaller. Stål og jern blir transportert til Mo i Rana med båt hvor det behandles og returneres til Trondheim. Disse metallene kommer fra Trondheim og omegn, og det er ikke sikre beregninger på hvor mye som brukes innad i kommunen og hvor mye som eksporteres. Disse strømmene er derfor ikke visualisert.

Rehabilitering og vedlikehold av bygg

I 2022 er det estimert at rehabilitering og vedlikehold av bygg genererte 13 tusen tonn kjemikalier og mineraler, tegl og betong. Det blir generert mindre trevirke med rundt 7 tusen tonn, men veldig lite metall med bare 1,5 tusen tonn. Det er imidlertid en økende trend i investering for rehabilitering, og det er derfor vekst i avfallet som genereres fra denne aktiviteten.

Bruk av bygg

Under bruk av bygg inkluderes en utgående strøm som betegner materialene som går til avfall ved riving av bygninger. Dette er kun en liten andel av bygningene som rives årlig, men strømmen står likevel for en stor andel av avfallet fra bygg, med 23 kt kjemikalier og mineraler, 1,7 kt metaller og 2 kt biomasse.



Dagens boligmasse består i hovedsak av eldre boligbygg

Som visualisert i den øverste figuren til høyre består dagens bygningsmasse av omtrent like deler boligbygg og bygninger som brukes til andre formål, målt etter antall bygg.

Andre bygg enn boligbygg

Bygg for annet bruk enn boliger inkluderer fritidsbygg, industri- og lagerbygninger, bygninger for landbruk og fiske, kontorbygg, bygg for samferdsel, hotell- og restaurantbygninger, undervisning-, kultur- og forskningsbygninger, bygninger for helse og fengsel-, samt beredskapsbygninger. Hoveddelen av disse byggene er fritidsbygg som hytter, med hele 39 % av den totale bygningsmassen etter antall bygg. Etter byggeareal utgjør fritidsboliger, kontorbygg samt parkeringshus størstedelen av arealet.

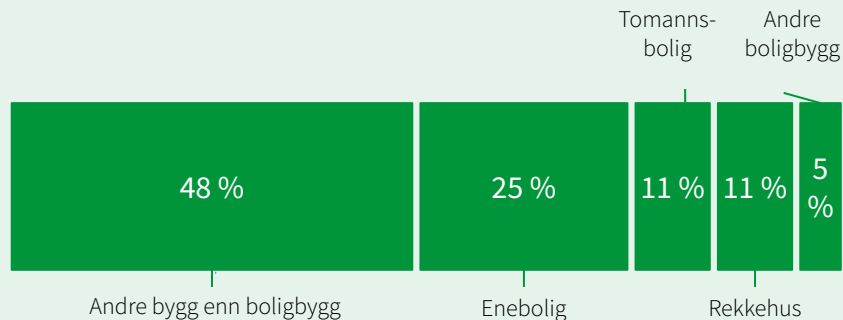
Boligbygg

Boligmassen består hovedsakelig av eneboliger, med tomannsbolig og rekkehus som de nest største kategoriene. Som sett i nederste graf til høyre er boligmassen av eldre karakter, og rundt 76 % av boligene ble oppført før årtusenskiftet. Dette betyr av fremtidens avfall vil bestå av materialer som har bevart i bygningsmassen over lang tid, noe som kan påvirke både type materialer som blir tilgjengeliggjort, samt kvalitet på materialene. Endring i tilgjengelig materialtyper, bygningsskikk og teknologi har påvirket hvilke materialer som i dag befinner seg i boliger og hvilke som tilgjengeliggjøres i tiden fremover.

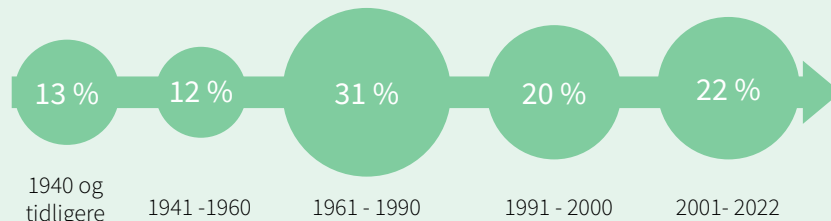
Bygningsmassen i Trondheim kommune

Bruk av bygg

Bygnings sammensetning (etter antall)¹



Byggeår for boligbygg (etter kvm)²



Resultater

Det er en økende trend i investering i rehabilitering fremfor å bygge nytt

Materialer i dagens boligmasse

Det er i dag lite forskning rundt hvor mye og hvilke typer materialer som er tilgjengelig i bygningsmassen, enda dette kan gi verdifull informasjon rundt hvilke type materialer og kvalitet som vil utgjøre fremtidens avfallsstrømmer. Dagens bygg er fremtidens materialbank. Det er likevel gjort noe forskning for beholdning av betong og trevirke. Ved å se på når boligmassen ble oppført, type bolig samt materialintensitetsfaktorer fra litteraturen² er det estimert at over 6 millioner tonn betong, og 800 tusen tonn trevirke er lagret i boligmassen. En nærmere kartlegging av dagens bygningsmasse vil gi mer informasjon om hvilke muligheter og utfordringer som kan forventes når bygg skal avhendes. Fra 1 juli 2023 er det obligatorisk med ombrukskartlegging ved større arbeider i eksisterende bygg⁵ for boligblokker og yrkesbygg, noe som kan muliggjøre bedre bruk av materialene i dagens bygningsmasse.

Byggeaktivitet

Investeringer i renovasjon og rehabilitering har økt relativt til investeringer i nybygg de siste årene for boligbygg³, noe som også gir utslag på avfalls sammensetningen og mengden som genereres. Det generes gjennomsnittlig 77 % mer avfall fra rehabiliteringsprosjekter enn fra oppføring av nybygg⁴, samt en større fraksjon av trevirke. Tall fra Matrikkelen på areal revet bygg, viser at det årlig er garasjeuthus og eneboliger som står for de største fraksjonene av bygg som rives. Det er heller ingen tydelig utviklingstrend i revet mengde da det de siste fem årene har vært svingninger fra 16 000 kvm til 45 000 kvm per år.

1] SSB statistikk og egne beregninger.

2] Bergsdal et al. 2007. Dynamic material flow analysis for Norway's dwelling stock.

3] Byggenæringens Landsforening. Markedsrapport - høst 2021.

4] SSB. Tilsendte avfallsfaktorer.

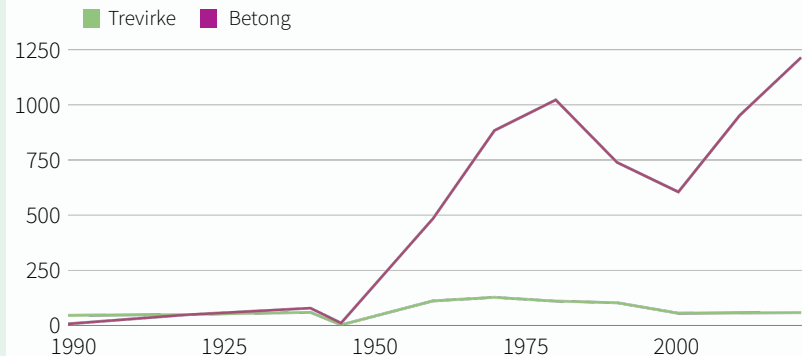
5] Direktoratet for Byggkvalitet. Regelendringer fra 1 juli 2022. TEK17.

Oppføring av bygg

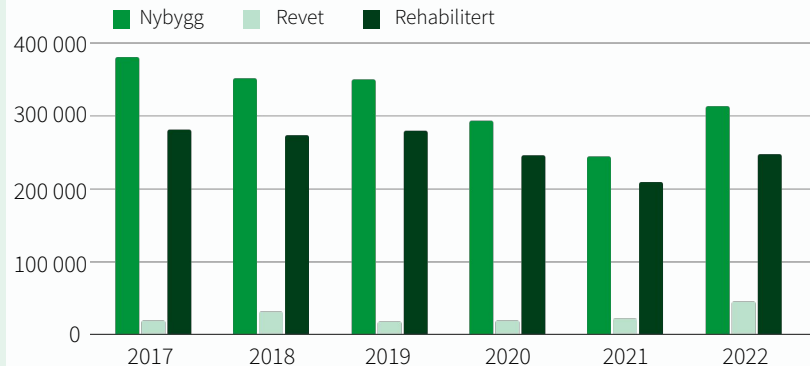
Bruk av bygg

Rehabilitering og vedlikehold av bygg

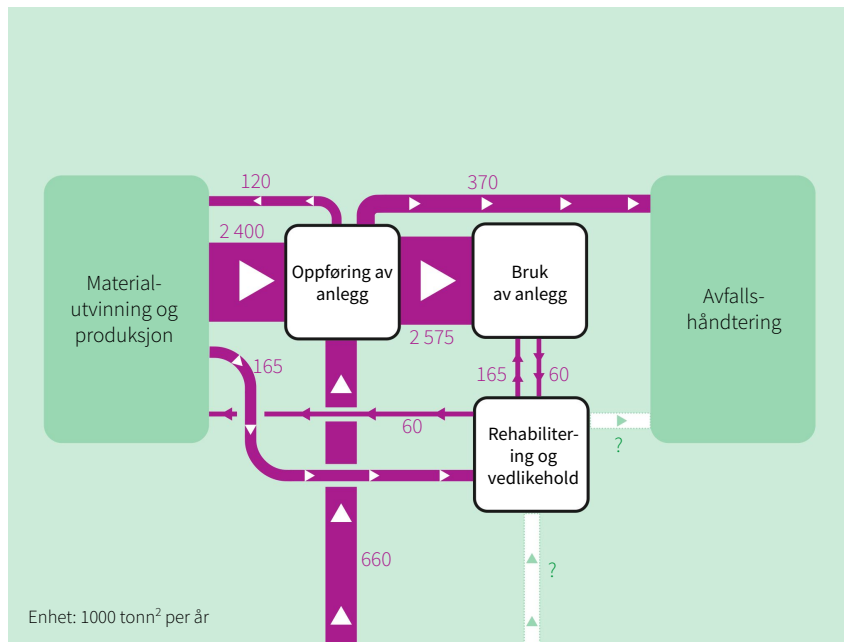
Materialforbruk i bolig etter boligens byggeår (1000 tonn)^{1,2}



Kvadratmeter nybygg, rehabilitert og revet (kvm)¹



Oppføring, bruk, rehabilitering og vedlikehold av anlegg



Utsnitt av verdikjeden med kvantifiserte strømmer for aktivitetene Oppføring av anlegg, Bruk av anlegg, Rehabilitering og vedlikehold.

Fargen på strømmen tilsier hvilken materialgruppe strømmen består av:



Oppføring av anlegg

Fra oppføring av anlegg går hoveddelen av materialene til bruk av anlegg, men det genereres også en del overskuddsmasser som går til avfallshåndtering. Overskuddsmassene består hovedsakelig av leire, sand og stein som oppstår ved for eksempel jevning av områder for å muliggjøre bygging av vei, eller tilsvarende masser fra sprenging av fjell i oppføring av tunnel.

Enkelte deler av massene som ender i avfallshåndteringsleddet kan vaskes og gå inn i et nytt kretsløp, enten i produksjon eller som fyllmasser beskrevet på side 53.

Bruk av anlegg

Kvalitativ innsikt har avdekket at svært lite materialer går fra bruk til avfallshåndtering i anlegg¹. Sammen med manglende kvantitativ data kan dette indikere at anlegg rives i liten grad, og heller fremkommer ved spesielle anledninger enn årlig. Fremfor å rive vei, tunnel og bro gjennomføres det heller rehabilitering og vedlikehold, som for eksempel reasfaltering.

Rehabilitering og vedlikehold av anlegg

Fra rehabilitering og vedlikehold går det en materialstrøm tilbake til bruk, som inkluderer materialer brukt i aktiviteter som eksempelvis reparasjon av hull i asfalt på veier, utbedring av tunneller og broer og lignende. Materialene som inngår i strømmen på 60 tusen tonn årlig er hovedsakelig asfalt. Dog ikke kvantifisert er det sannsynlig at strømmen også omfatter materialer som stein, sand og betong. I tillegg går en ikke-kvantifisert strøm av lignende materialer til avfallshåndtering.

1] Rønning et al. 2016. Materialstrømsanalyse – byggavfall.

2] Avvik fra massebalanse pga. avrundning eller tilførsel/uttrekk fra beholdning.

Veinettet utgjør den største delen av kommunes anleggsmasse

Anlegg er i denne analysen definert som vei, bro og tunnel, da disse anleggstypene ansees å ha høyest materialintensivitet, i tillegg til begrenset datatilgang for andre typer anleggsprosjekter. Veinettet utgjør mer enn 98 % av all anleggsmasse i Trondheim kommune med om lag 1 818 km, på tvers av alle veityper illustrert øverst til høyre.

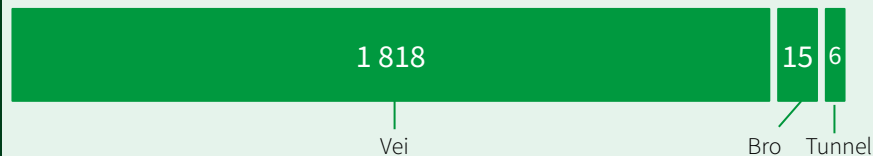
Ulike veityper består av ulike materialsammensetning. Eksempelvis består en kommunal vei av vesentlig mindre materialer sammenlignet med E6, grunnet veibredden, grunnarbeid og andre faktorer utdypet i Vegvesenets *Standard for vei- og gateutforming*³. Hoveddelen av veinettet i Trondheim består av privat og kommunal vei, som til sammen utgjør over 70 % av det totale veinettet (se graf i midten). Med utgangspunkt i Statens Vegvesens databaser på eksisterende veinett¹ i kommunen, samt materialkoeffisienter fra litteraturen² viser analysene at dagens anleggsmasse i hovedsak består av betong, asfalt, pukk og grus (mineraler og kjemikalier), slik illustrert nederst til høyre. Materialbeholdningen i bronettet består også av trevirke (biomasse), samt stål og armeringsstål (metaller). Sistnevnte gjelder også tunnel.

Vei, tunnel og bro har som annen infrastruktur en gitt levetid. I følge Vestlandsforskning varierer levetiden på de ulike veielementene fra 6–40 år, alt etter nivået på årlig døgntrafikk⁴. Selve veikonstruksjonen som bærelaget vil ha lenger levetid enn for eksempel slitelaget som må vedlikeholdes oftere, hvor asfalt må vedlikeholdes ca. hvert 10 år².

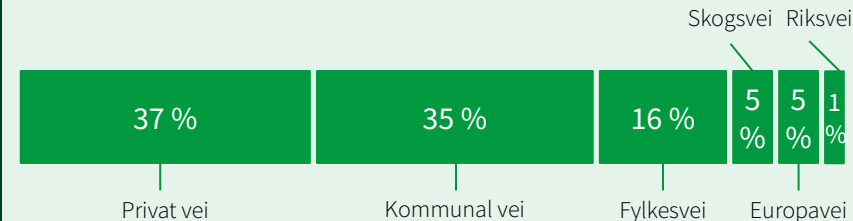
Veinettet i Trondheim kommune

Bruk av anlegg

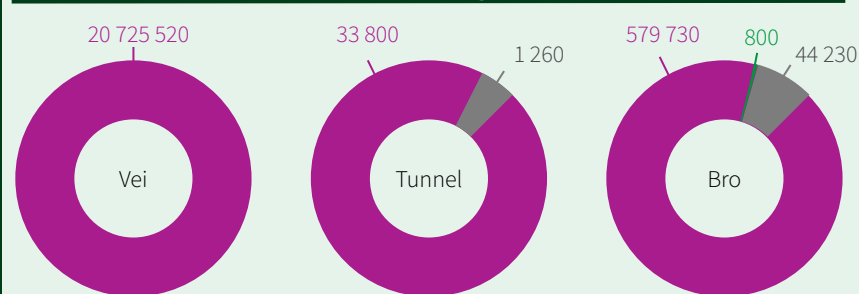
Lengde på vei, bro og tunnel (km)¹



Veisammensetning (andel av totalt veinett)¹



Materialbeholdning (tonn)^{1,2,3}



1] Statens Vegvesen. 2023. Veidatabank.

2] Statens Vegvesen. Metode for beregning av energibruk og klimagassutslipp for vegprosjekter. 2019

3] Statens Vegvesen. 2022. Vegnormal N100

4] Simonsen, M. Vestlandsforskning. Levetid og lengde for vei og jernbane. 2010.



Kjemikalier og mineraler



Trevirke



Metaller



Materialforbruket er i dag størst i byggingen av E6

Pukk og grus er materialene, og asfalt er produktet, som i størst grad benyttes i bygging av vei, tunnel og bro, som illustrert i grafen til høyre. I dag forbrukes det mest materialer til bygging av europavei (E6), etterfulgt av fylkesvei, av all byggeaktivitet for anlegg i Trondheim kommune.

I årlig vedlikehold av veinettet i kommunen er det også E6 som forbruker mest materialer til vedlikehold, tett etterfulgt av private og kommunale veier. Dette er estimert med utgangspunkt i lengde og bredde på eksisterende veinett, i tillegg til koeffisienter fra forskning¹.

I vedlikehold av tunnel benyttes det som regel masser som allerede finnes på stedet, eksempelvis stein og sand som tidligere har vært en del av tunnelen³, i henhold til innsikt fra fokusintervjuer med markedsaktører. Statistikk på materialbruk i tunnel er begrenset, da det kun er bygget én tunnel i tidsperioden 2017-2022. Det har vært vedlikeholdt rundt 670 meter tunnel i kommunen i tidsperioden.

Overskuddsmassene som er igjen fra oppføring- og vedlikeholdsaktiviteter i Trondheim kommune består av mye leire, myrmasse og forurensete masser. Disse kan være krevende å holde i kretsløpet. Masser som ikke er forurensete kan vaskes og mellomlagres til bruk i andre bygge- og anleggsprosjekter, se side 53.

1] Estimert ved bruk av koeffisienter fra EUROSTAT (2018).

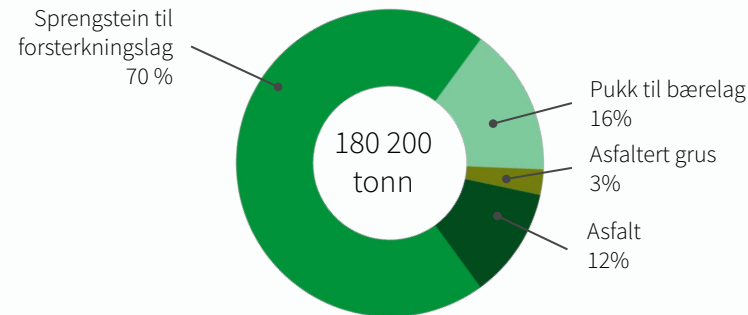
2] Estimater basert på note 1 for eksisterende veinett og veinett under bygging (Statens Vegvesen)

3] Trondheim kommunes egen statistikk.

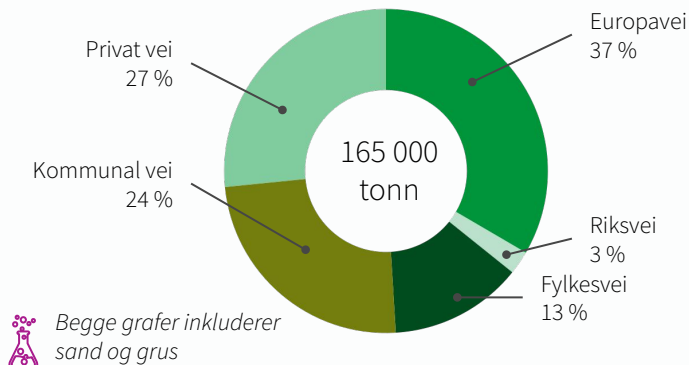
Oppføring av anlegg

Rehabilitering og vedlikehold av anlegg

Estimert materialforbruk til veinett under bygging i dag (2022)²

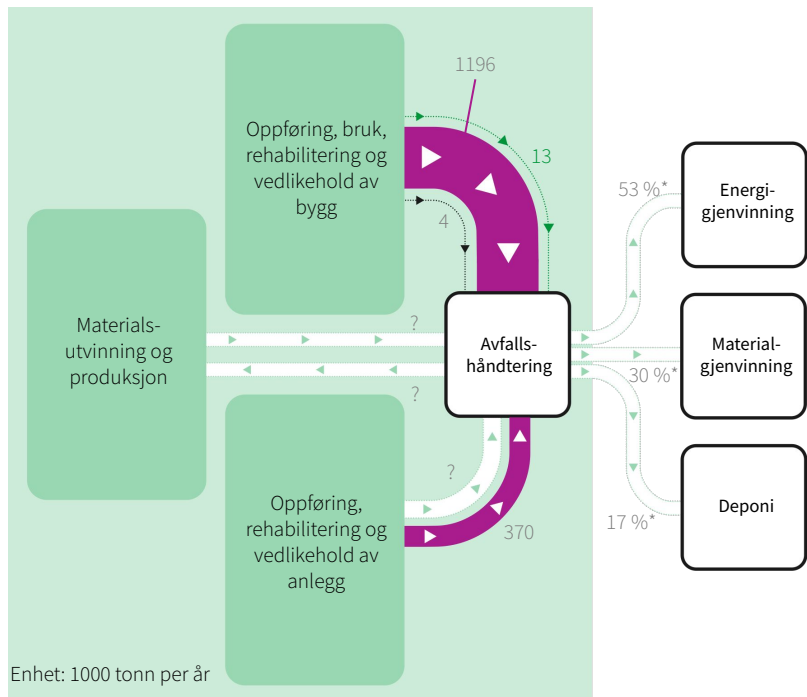


Estimert materialforbruk til årlig vedlikehold av veinettet²



Begge grafer inkluderer sand og grus

Avfallshåndtering og -behandling

Avfalls-
håndteringAvfalls-
behandling

Enhet: 1000 tonn per år

Utsnitt av verdikjeden med kvantifiserte strømmer for aktiviteten avfallshåndtering. Fargen på strømmen tilsier hvilken materialgruppe strømmen består av:



Avfallshåndtering

Både etter endt bruk av bygg og anlegg, samt fra øvrige ledd av verdikjeden, produseres det avfall som skal håndteres. Dette gjøres ofte av en avfallsaktør som Retura TRV eller Franzefoss, før videre behandling.

I 2022 gikk det 4 tusen tonn metaller, 13 tusen tonn biomasse og 1 200 tusen tonn mineraler og kjemikalier til avfallshåndtering fra bygg¹, slik illustrert til venstre. Dette er i hovedsak overskuddsmasser, eksempelvis stein og leire. Analysen viser at avfallsvolumene fra bruk av bygg var vesentlig større enn fra anlegg², hvor strømmen av overskuddsmasser utgjorde 370 tusen tonn i 2022. Merk at avfallsvolumene fra produksjon, rehabilitering og vedlikehold (anlegg) ikke er inkludert grunnet mangel på data. Videre vil strømmer fra anlegg i realiteten være enda større, da anleggstyper som idrettshaller, vann- og kloakksystem og kulverter ligger utenfor analysens systemgrense. Det genereres også en mengde avfall som ikke inngår i analyserte materialkategorier, som for eksempel restavfall og glass. I 2022 ble dette estimert til å utgjøre 22 % for oppføring, 18 % for rehabilitering og 5 % for riving av totale avfallsmengder. Dette kan indikere at riving av bygg omfatter bedre sortering av avfallet.

Behandling av avfall

Avfallet, eller materialene, beskrevet over er videre sendt til behandling, enten materialgjenvinning, energigjenvinning eller deponi, beskrevet på side 62. Her er alt avfall fra bygg og anlegg inkludert.

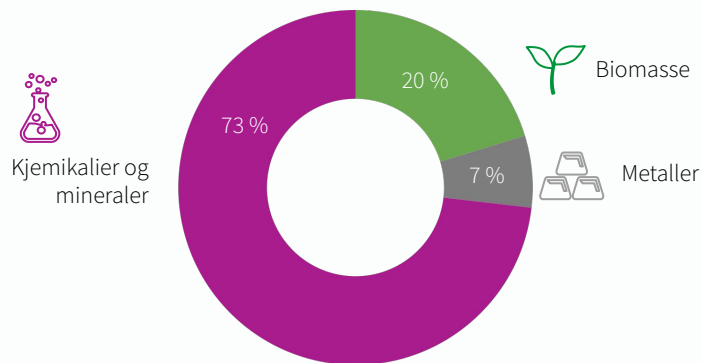
1] Se side 54.

2] Trondheimsregionen. 2023. Bærekraftig massehåndtering i Trondheimsregionen.

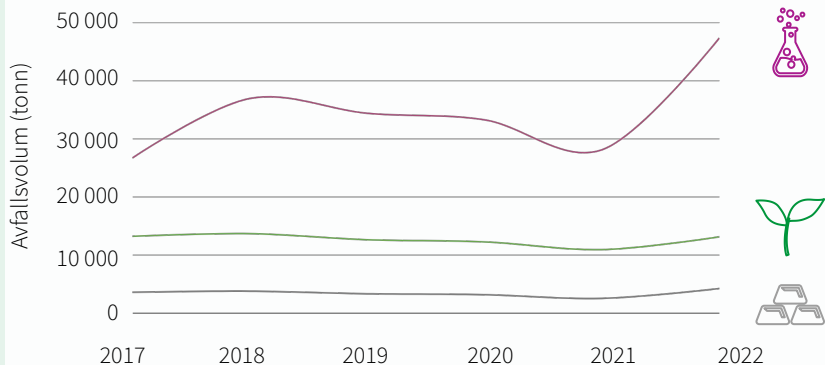
*) Inkluderer ikke overskuddsmasser.



Avfallsandeler per materialkategori (2022)*



Utvikling i avfallsvolum fra bygg (2017-2022)*



* Inkluderer ikke overskuddsmasser.

1) Avfall fra bygg og anlegg estimert ved bruk av SSB sin metode; Avfall fra bygg og anleggsnæringen

Resultater

Mineraler og kjemikalier utgjør mesteparten av avfallet fra bygg

Håndtering av avfall

Materialstrømsanalysen illustrert på forrige side viser er over 70 % av alle materialer som sendes til avfallshåndtering er kjemikalier og mineraler¹, illustrert i grafen til venstre. Dette inkluderer ikke overskuddsmasser, som hovedsakelig går til deponi, og noen mindre mengder til resirkulering.

Følgende fraksjoner per kategori utgjør de største materialmengdene:



Kjemikalier og mineraler

Betong, fyllmasse, gips, tegl og takstein, asfalt



Biomasse

Ulike former for trevirke

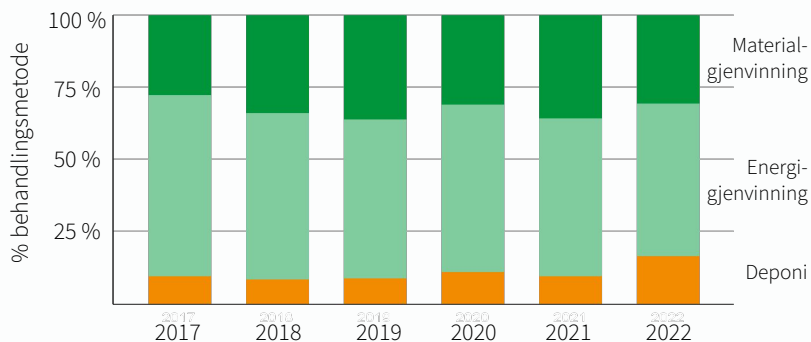
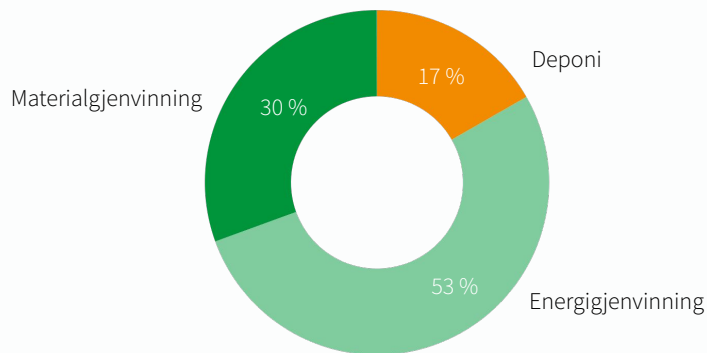


Metaller

Aluminium, jern, stål og armering

Utviklingen i avfallsvolum per materialkategori, illustrert i grafen til venstre, viser at både materialer inn under metaller og biomasse har holdt seg relativt stabilt mellom 2017-2022. Kjemikalier og mineraler har derimot hatt en jevn vekst på over 70 % i samme periode. Denne veksten skyldes i hovedsak økning i betong, tegl og takstein og mineralull/isolasjon.

Bygg og anlegg står også for store deler restavfall som ikke er inkludert i denne rapporten. Nasjonale tall viser at mellom 30-50 % av avfallet er restavfall¹, og basert på avfallsdata fra Trondheim kommune og en avfallsaktør ligger dette tallet for Trondheim i det nedre sjiktet av intervallet.

Utvikling i avfallsbehandling (2022)^{1,2}Behandlingsmåte (2022)^{1,2}

1] Data fra avfallsaktør og data fra Trondheim kommune. Inkl. alt avfall fra bygg og anlegg.

2] Dette inkluderer ikke overskuddsmasser, da disse i hovedsak ikke går via en avfallsaktør.

3] Avfall levert til avfallsbehandling. Inkl. ikke materialer som går til ombruk tidligere i verdikjeden.

Resultater

Over halvparten av avfallet fra bygg og anlegg energigjenvinnes

Behandling av avfall

Slik illustrert i øverste graf til venstre går over halvparten av avfallet til energigjenvinning, og rundt en tredjedel går til materialgjenvinning¹. Tilnærmet ingenting går til ombruk (0,03 % i 2022) eller til separering / demontering (0,00 % i 2022)³. I perioden 2017-2022 ser vi en økning i avfallsvolumet fra bygge- og anleggsnæringen på om lag 45 %. Andelen av total avfallsmengde som ender på deponi har økt fra 10 % til 17 %. Avfallsandelen som går til energigjenvinning er redusert fra ca 63 % til 53 %, og andelen til materialgjenvinning har økt med ca 2 %, fra 28 % til 30 %.

Det er nærliggende å anta at den markante økningen i andel til deponi, sett i sammenheng med økning i mineral- og kjemikalieavfall, kan skyldes økt forbruk av materialer som forurenset betong og tegl, uren gips, mineralull/ isolasjon og andre materialer som ikke er egnet for verken energiutnyttelse eller materialgjenvinning.

Betong, tegl og gips er eksempler på materialtyper som i utgangspunktet egner seg for materialgjenvinning, men som ender på deponi dersom materialene er forurenset. Da det er snakk om store volum av disse materialene i næringen er potensialet også stort for å øke materialgjenvinning og dermed sirkularitet. Dette vil kreve økt kartlegging og prøvetaking av materialene, for å skille ut hva som inneholder helse- og/eller miljøskadelige stoffer og ikke kan materialgjenvinnes.

Hvor ender avfallsfraksjonene?

Energigjenvinning skjer i hovedsak innenfor Trondheim kommune, på Statkraft Varmes forbrenningsanlegg på Heimdal. Hva med overskuddsmasser? Rene masser går i all hovedsak til massedeponier i kommunen. *Bærekraftig massehåndtering i Trondheimsregionen* utarbeidet av Trondheimsregionen, vedtatt i regionrådet i juni 2023, beskriver utfordringer og mulighetsrom knyttet til håndtering av denne strømmen. Dette inkluderer felles strategier for å få til en mer bærekraftig massehåndtering i Trondheimsregionen.

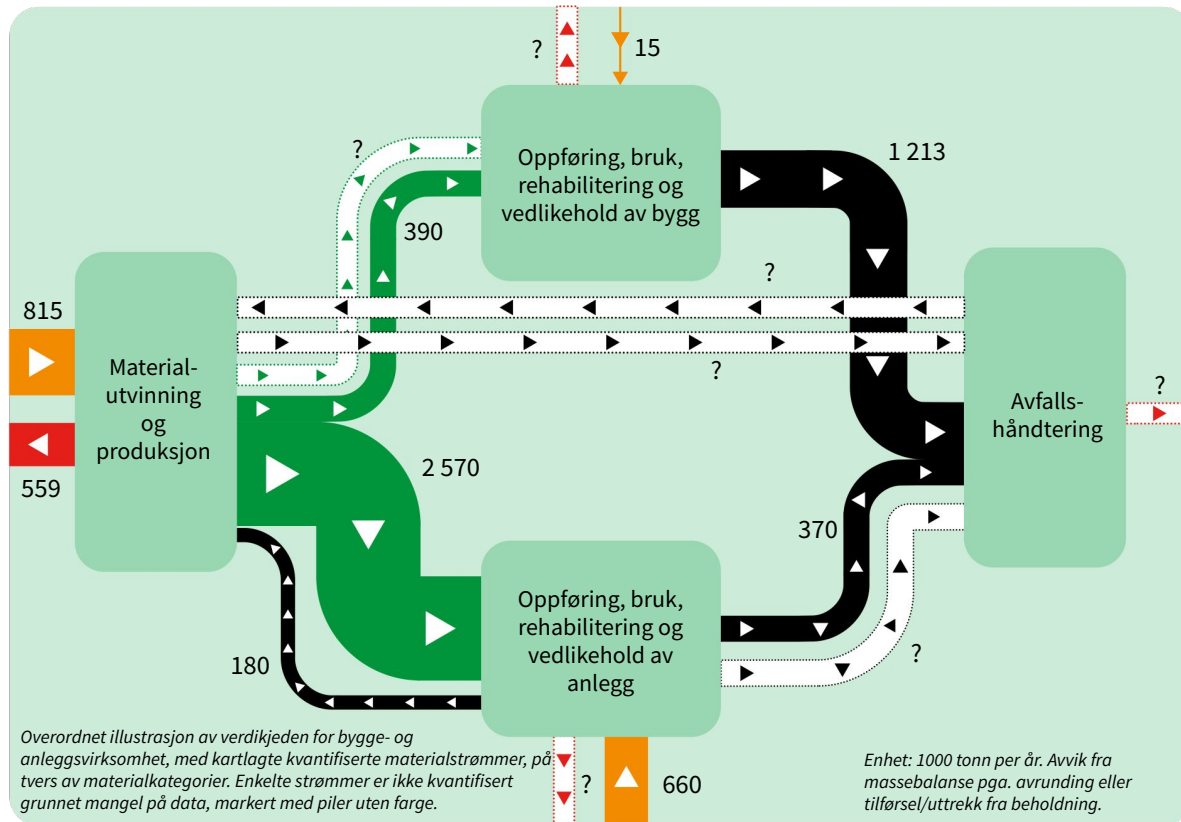
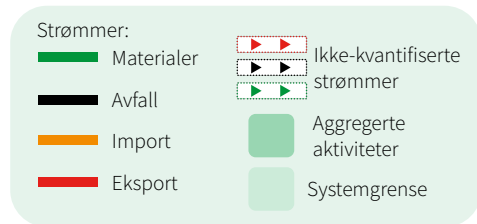


Overordnet fremstilling av eksisterende materialstrømmer i bygge- og anleggsnæringen

Oppsummering av materialstrømmer

Modellen til høyre fremstiller alle materialstrømmene i bygge- og anleggsnæringen på aggregert nivå, på tvers av materialtyper. Dette er likevel kun strømmene som er kartlagt i arbeidet, og det er derfor sannsynlig at det finnes flere materialstrømmer utover dette.

Oppsummert går den største materialstrømmen fra utvinning og produksjon til oppføring, bruk, rehabilitering og vedlikehold i anleggsnæringen. Det er sannsynlig at innsatsfaktorene for bygg i realiteten er større enn analysene her viser, men her er det behov for mer kvalitetssikret data. For detaljert beskrivelse av strømmene se sider om respektive verdikjedeledd.



Husholdningene står for det største forbruket av energi

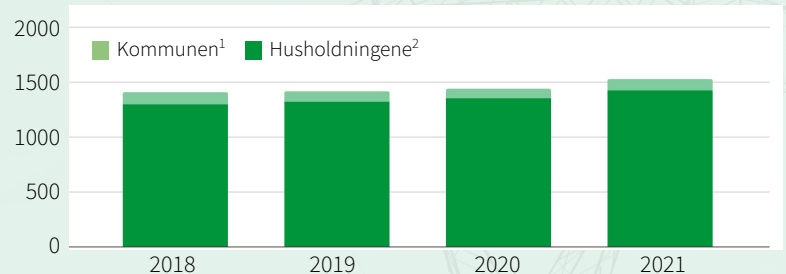
Hvorfor se på energi separat?

Energi spiller en viktig rolle i sirkulær omstilling, eksempelvis gjennom bruk av fornybar energi og optimalisering av forbruk. Gjenbruk av energi, som fjernvarme, er også viktig i lys av det økende behovet for elektrisitet i samfunnet. Energi er noe alle næringer er avhengig av, fra oppvarming av bygg til produksjon av varer. Sirkulært potensial i energi er analysert separat, da det nå er færre strømmer av energi mellom prosesser i system og mer lekkasje av energi til omgivelsene, som ved forbruk av diesel i transport. Et mål vil være å holde energien så lenge som mulig i kretsløpet og minimere energitap, eksempelvis ved å tilrettelegge for mer bruk av spillvarme fra industri. Det er også viktig å bemerke at energigjenvinning av avfall er lavere prioritert i avfallshierarkiet, der målet er å beholde verdien på en ressurs høyest mulig lengst mulig¹.

Resultater

Hoveddelen av energiforbruket i bygg og anlegg går til oppvarming av boliger for husholdningene. Energiforbruket i husholdningene er aktiviteten i verdikjeden som forbruker mest energi, i form av strøm, og forbruket har hatt en jevn økning de siste fire årene (se øverste graf). Til sammenligning er energiforbruket for oppføring og riving av bygg marginale. For anlegg er det knyttet relativt stort energiforbruk til utvinning av pukk og grus (62 Gwh), og til videre transport av disse massene (174 kwh). Drift av lys langs vei og i tunnel, og ventilasjon står for rundt 46 Gwh per år. Energiforbruket for vedlikehold og rehabilitering av bygg samt forbruk til produksjon av materialer og produkter er ikke kartlagt, da det ikke er funnet tilstrekkelig data.

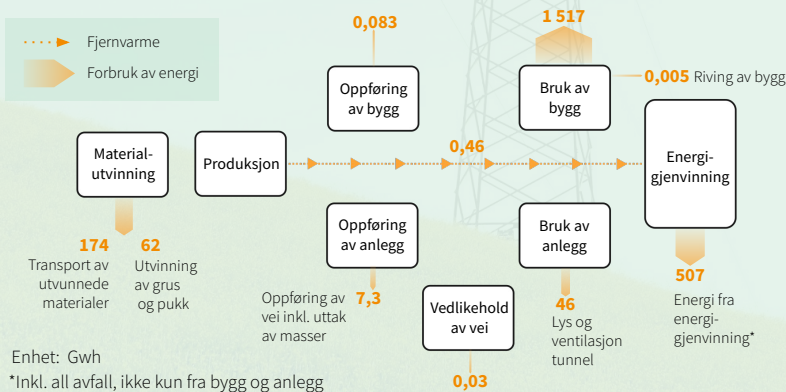
Energiforbruk hos kommunen og husholdningene (2018-2021)



1) SSB, 12150: Energibruk i kommunal eiendomsforvaltning, etter region, energitype, funksjon, statistikkvariabel og år

2) Miljødirektoratet. Klimaregnskap for Trondheim kommune - Vedlegg

Energiforbruk i verdikjeden for bygg og anlegg²



Enkelte sirkulære strømmer og initiativer eksisterer allerede i dag

Dagens verdikjede for bygge- og anleggsvirksomhet i Trondheim kommune fremstår hovedsakelig lineær; der materialer utvinnes, brukes og deretter sluttbehandles etter endt bruk. Sirkulær transformasjon er i dag preget av enkeltstående strømmer eller initiativer. Disse avhenger ofte av enkeltindivider med klima- og miljøengasjement som ser muligheter for økt sirkularitet og/eller et økonomisk besparende tiltak i enkelte ledd av verdikjeden.

Sirkularitet i anleggsvirksomhet

Det er i dag hovedsakelig små mengder overskuddsmasser, og asfalt fra anleggsvirksomhet som holdes i kretsløpet og kan omtales som sirkulære strømmer.

Noe forurensede overskuddsmasser fra oppføring av anlegg, eksempelvis vei, blir i dag vasket, og videre prosessert slik at massene kan nyttiggjøres som tilslag inn i produksjonen av betong. Dette er et enkeltstående tiltak av Rimol Miljøpark, og er ikke sett på som normen i anleggsbransjen. Hoveddelen av overskuddsmassene blir lagt til deponi.

Asfalt har svært høy gjenvinningsgrad. 100 % av all innsamlet brukt asfalt i Norge gjenvinnes ved at det blandes inn i ny asfalt¹. En leverandør uttrykker at etterspørselen etter gjenvunnet asfalt i markedet øker, i større grad enn tilgangen. Til tross for stor etterspørsel er utfordringen at all asfalt ikke leveres tilbake til returpunkter, men antakelig ender som fyllmasse andre steder².

Et annet eksempel på sirkulære strømmer er metallskrap fra bygge- og anleggsvirksomhet i Trøndelag, som fraktes til og materialgjenvinnes i Mo i Rana. Dette blir returnert og brukt som nye innsatsfaktorer i Trondheim kommune og omegn³.

Sirkularitet i byggevirksomhet

Sirkulær transformasjon i byggenæringen er preget av enkeltstående tiltak, og ikke systematisk transformasjon. Innsikt viser et fokus på ombruk av byggeprodukter, eksempelvis vinduer og interiør. Dette skjer via plattformer som Loopfront, gjennom enkeltstående initiativer som ombrukscontainere på byggeplasser eller ombruk av tegl fra et rivingsprosjekt. Dette skjer likevel per i dag i begrenset omfang.

Kvalitativ innsikt gir inntrykk av at systematiske endringer i retning av en sirkulær verdikjede, som for eksempel design for demontering, ombruk og gjenvinning, skjer i mindre grad.

Materialgjenvinning av eksempelvis gips, metaller og tegl fra byggeprosjekter skjer, og materialene brukes videre som innsatsfaktorer i nye prosjekter. Dette er ikke utredet ytterligere av hensyn til datatilgjengelighet og tid. Dette kan imidlertid skje i enda større grad, hvor både entreprenører og avfallsaktører spiller en viktig rolle.

Næringen opplever oppdaterte regulatoriske rammer, som kravet om maksimum 25 kg avfall per kvm bygd, som viktig for økt sirkularitet. Innsikten viser at et slikt krav treffer bedre enn krav til sorteringsgrad, da dette ikke nødvendigvis vil være en driver for reduserte avfallsmengder.

Innsikt fra arbeidet viser at bygge- og anleggsnæringen i Trondheim kommune ønsker å få til bærekraftig endring. Dette illustrerer også nevnte utvalgte enkelt-initiativer og sirkulære strømmer.

På etterfølgende sider vil identifiserte områder i dagens verdikjeder med større potensial for sirkulær omstilling fremheves og beskrives.

1] Kontrollordningen for asfaltgjenvinning. (2021). Årsrapport.

2] Intervjudata fra anleggsvirksomhet

3] Intervju med næringsaktør



Sirkulært potensial i bygge- og anleggsnæringen med utgangspunkt i utvalgte indikatorer

Hvordan måle sirkulært potensial i verdikjeden?

Omstilling til en sirkulær økonomi innebærer å ta i bruk én eller flere av de 11 strategiene beskrevet på side 21. Likevel vil realisering av sirkulært potensial være avhengig av kontekst, eksempelvis bransje eller aktuelle ledd i en verdikjede. Metoder for å måle slikt potensial kan derfor være mange. Med utgangspunkt i materialstrømanalysen er det gjort en første kartlegging av hvor det finnes sirkulært potensial. Potensialet er kartlagt ved bruk av utvalgte indikatorene beskrevet til høyre.

Identifisert sirkulært potensial i bygge- og anleggsnæringen

Med utgangspunkt i materialstrømanalysen er det identifisert flere muligheter for økt sirkularitet langs dagens verdikjede i bygge- og anleggsnæringen i Trondheim kommune. Potensialet for sirkularitet er illustrert i verdikjeden på etterfølgende side, og strømmene er deretter beskrevet.

Merk at det trolig finnes sirkulært potensial utover materialstrømmene som er identifisert i dette arbeidet.

Indikatorer

For å identifisere sirkulært potensial i bygg og anlegg tar analysen i bruk følgende indikatorer:



Materialvolum

Materialvolum sier noe om potensialet for endring. En stor materialstrøm kan være en 'lavhengende frukt', med potensial for økt sirkularitet ved innføringen av tiltak. Tilgang på større material-/avfallsmengder sier noe om mengde ressurser som kan brukes på nytt eller er tilgjengelig for gjenvinning, og dermed sikre at verdien holdes i kretsløpet lenger.



Materialkvalitet

En forutsetning for ombruk eller gjenvinning av avfall er at kvaliteten er god. Det vil si ikke forurenset av andre stoffer eller har en form som gjør det utfordrende å bruke på nytt.



Materialets ombruk- og gjenvinningspotensial

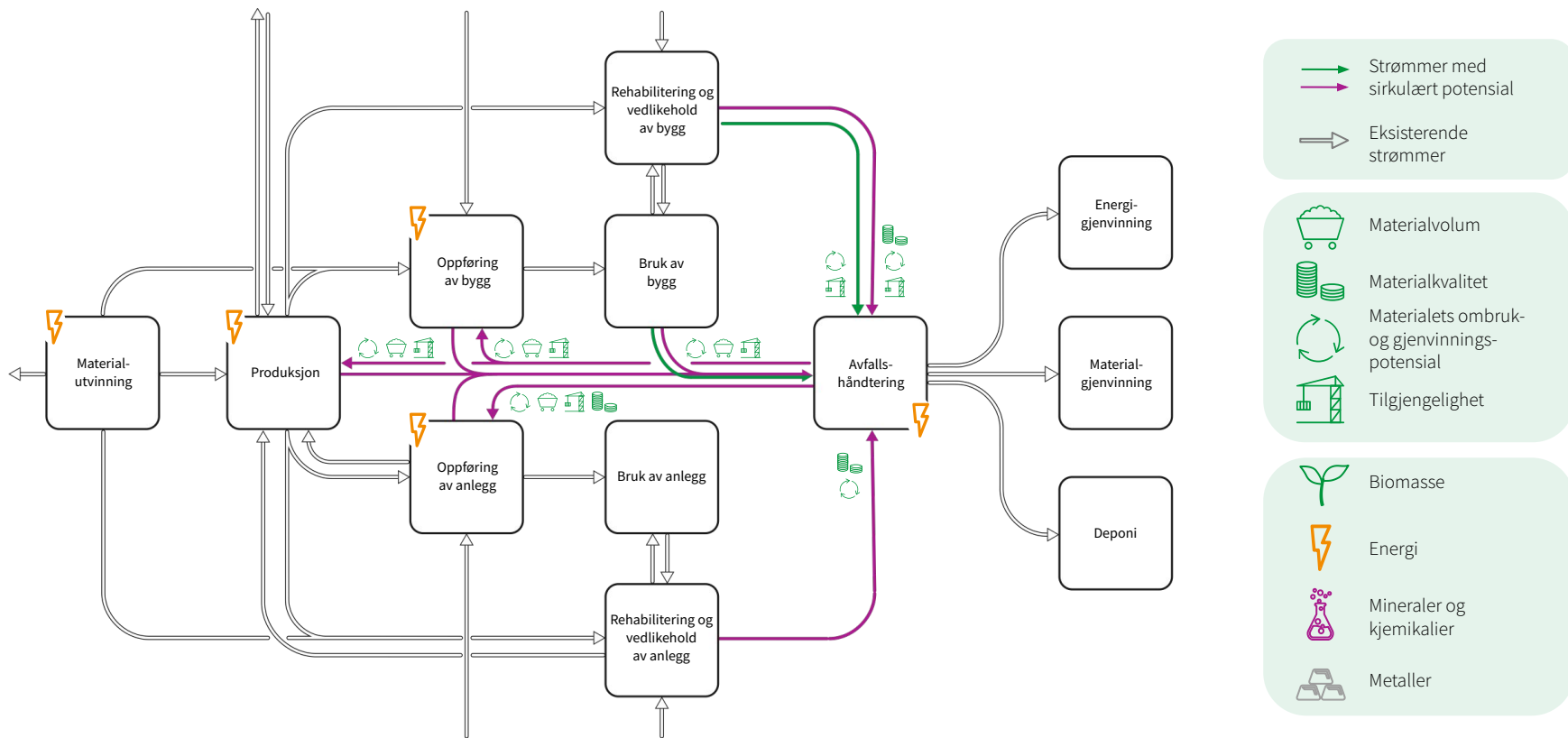
Noen materialer er bedre egnet for ombruk eller gjenvinning enn andre. Dette kan eksempelvis skyldes produksjonsmetode eller type materiale.



Tilgjengelighet

En forutsetning for å benytte sekundære ressurser er muligheten for å få tilgang på avfallet, f.eks. at det genereres i nærheten av transportmuligheter eller at ressursen er i en form som er mulig å hente ut.

Identifiserte muligheter for økt sirkularitet langs dagens verdikjede















Materialstrømmer med sirkulært potensial (1/2)

Materialstrøm

Relevante indikatorer¹

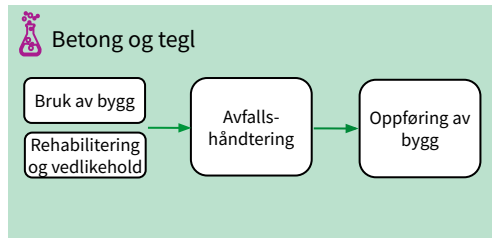
Beskrivelse av potensial

<p> Overskuddsmasser</p> <pre> graph LR A[Oppføring av bygg] --> B(Avfalls-håndtering) C[Oppføring av anlegg] --> B B --> D[Produksjon] D --> E[Oppføring] </pre>	   	<p>I dag nyttiggjøres overskuddsmassene fra bygge- og anleggsprosjekter i begrenset grad, som tilslag i betongproduksjon eller som fyllmasser. Gjennom økt koordinering og samhandling på tvers av verdikjeden kan dette potensial realiseres. I forkant av prosjektoppstart bør det kartlegges hvordan overskuddsmasser fra tunneler kan nyttiggjøres best mulig. Deretter bør massene hentes ut på en skånsom måte, eksempelvis ved å sprengre eller knuse stein til størrelser som har verdi i andre deler av verdikjeden. I tillegg bør det sikres tilstrekkelig areal for sortering og mellomlagring av massene lokalt, for å sikre god tilgjengelighet ved nye prosjekter.</p>
<p> Flygeaske</p> <pre> graph LR A(Avfalls-håndtering) --> B(Produksjon) </pre>	  	<p>Flygeaske fra forbrenningsprosesser er en avfallsfraksjon som i dag fraktes og sluttbehandles ved NOAHs behandlingsanlegg på Langøya utenfor Holmestrand. Det knytter seg stort sirkulært potensial til denne ressursen som ikke nyttiggjøres i dag, gitt at utfordringer knyttet til innhold av farlige stoffer løses. Eksempelvis som innsatsfaktor i betong, spesialmurstein og veidekker². Asken har bidra til å øke kvaliteten på produktene og samtidig holde verdien på en avfallsfraksjon som ellers ville havnet på deponi.</p>
<p> Asfalt</p> <pre> graph LR A[Rehabilitering og vedlikehold] --> B(Avfalls-håndtering) B --> C(Produksjon) </pre>	 	<p>Sekundær asfalt fra skraping av vei holder høy kvalitet, samt høy gjenvinningsgrad. Produktet kan gjenvinnes og blandes i ny asfalt i en sirkulær strøm. Asfalt er en ressurs det burde finnes store mengder av, men asfaltprodusenter opplever manglende tilgang². Etterspørsel i markedet etter gjenvunnet asfalt øker i takt med fokus på bærekraft, og det stilles ofte krav til bruk av sekundært material i veiprosjekter. Tiltak for økt tilgjengeliggjøring av sekundær asfalt vil kunne realisere potensial, ved bedre logistikk for avhending av skrapet asfalt.</p>



Materialstrømmer med sirkulært potensial (2/2)

Materialstrøm

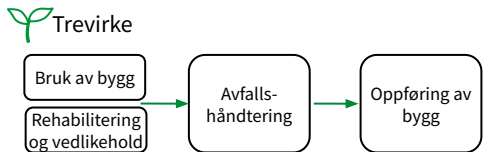


Relevante indikatorer¹

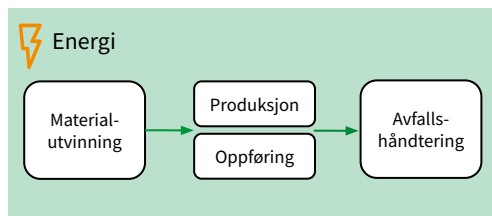


Beskrivelse av potensial

Betong og tegl står for hovedkomponenten av avfallet fra bygg, sett bort fra overskuddsmasser. Utfordringen for gjenbruk ligger i renheten av avfallet, der forurensete masser må håndteres forsvarlig. Betong gjenbrukes i noen grad som fyllmasse i dag, men omfanget er usikkert. Tegl passer godt til gjenbruk så lenge demonteringen skjer forsvarlig. Det er potensial for økt materialgjenvinning gjennom bedre kartlegging, skånsom riving og prøvetaking for å redusere mengder som går til deponi eller energigjenvinning. Potensialet kan realiseres ved å bruke mer tid på planlegging i forkant av riving, samt å øke kompetansen innen skånsom riving, og samarbeid på tvers av verdikjeden.



I dag går hoveddelen av trevirke til energigjenvinning, eksempelvis hos Statkraft Varme til produksjon av fjernvarme. Det er varierende kvalitet på trevirke som går til avfall, hvor rundt 20 % er estimert til å ha god nok kvalitet for materialgjenvinning². Noe av trevirket som ikke har god nok kvalitet til ombruk kan også potensielt brukes som innsatsfaktor i for eksempel sponplater. Større bygningsdeler av tre, som limtre og trepanel, som kan demonteres forsvarlig har stort ombrukspotensial.



Potensialet går utover valgte indikatorer da energi har andre egenskaper enn øvrige materialkategorier

Med tanke på energi er det i sirkulær sourcing (sirkulær strategi 1) det ligger størst potensial, med økt bruk av fornybar energi inn i transport av materialer og anleggsarbeid. Det ligger også potensial i å optimalisere logistikk og håndtering av masser, som kan effektivisere bruken av energi³. Teknologisk utvikling kan også øke mulighetene for å elektrifisere anleggsmaskiner og tungtransport, hvor bruk av strøm er mer energieffektivt enn bruk av ikke-fornybare kilder, som fossilt drivstoff.

1] En kort oppsummering av vurdering bak beskrevet sirkulært potensial finnes i Vedlegg.
 2] Samfunnsøkonomisk analyse AS. Samfunnsøkonomisk analyse av redusert avfall i byggebransjen. 2020.
 3] Miljødirektoratet. Bygge- og anleggsbransjen kan kutte i klimagassutslippene. 2023.



Trevirke



Kjemikalier og mineraler



Metaller



Energi



Konklusjon

Materialstrømmer i bygge- og anleggsnæringen

Flere strømmer med potensial for økt sirkularitet er identifisert som en del av materialstrømsanalysen, beskrevet på side 67-69. Rettede tiltak mot disse strømmene vil bidra med å øke takten i det sirkulære skiftet i bygge- og anleggsnæringen. I tillegg viser analysene at områdene nedenfor er suksesskriterier for å lykkes med sirkulær transformasjon, og er viktig på tvers av spesifikke strømmer eller verdikjedeledd.



Samarbeid på tvers av verdikjeden

Kommunikasjon og samarbeid mellom næringsaktører i ulike deler av verdikjeden, eksempelvis mellom entreprenører som skal bygge ut en tunnel og en aktør med behov for steinmasse vil være nødvendig for forutsigbarhet og systematisk sirkulær omstilling.



Tilgjengeliggjøring av data

Deling av informasjon om overskuddsstrømmer eller behov for sekundære materialer er viktig å realisere sirkulært potensial. Både offentlige og private aktører sitter med mye nyttig informasjon som, hvis tilgjengeliggjort, kan bidra til samarbeid og økt sirkularitet.



Logistikk

Å sørge for at masser er tilgjengelig gjennom et velfungerende logistikkledd vil bidra til økt sirkularitet. Tilgjengelige arealer for mellomlagring av masser er et eksempel på dette.



Kompetanse

Mer kunnskap og erfaring må til for å oppnå sirkularitet. Eksempelvis om hvordan riving bør gjennomføres for å sikre skånsom behandling av materialer og tilrettelegging for materialgjennbruk og -gjenvinning.



Helhetlig konklusjon

Foto: Joshua Kettle, Unsplash

Konklusjon og forslag til videre arbeid med sirkulær transformasjon av Trondheim

Dagens situasjon og sirkulært potensial

Den samfunnsøkonomiske analysen gir et godt øyeblikksbilde av dagens situasjon for sirkulær omstilling i Trondheim, basert på utvalgte indikatorer innenfor områdene Verdiskaping, arbeid og innovasjon, Gjenvinning og ombruk, Produksjon og forbruk, og Klimagassutslipp. I tillegg viser kryssløpsanalysen samspillet mellom næringene, som har innvirkning på hvor viktig hver av næringene er for økonomien i Trondheim. Disse faktorene, sammen med en kvalitativ vurdering, indikerer at følgende fire næringer per i dag har størst sirkulært potensial i Trondheim kommune:



Grad av potensial og årsaken til vurderingen er beskrevet i analysen på side 37-43.

Et naturlig neste steg i det sirkulære skiftet av Trondheim kommune vil være å igangsette analyser for bedre forståelse av hva som ligger i potensialet for næringene over. Et eksempel på dette kan være kartlegging av materialstrømmer, slik gjort for *Bygge- og anleggsvirksomhet (F)*, for næring *Industri (C)*, *Elektrisitet, vann og avløp og renovasjon (D-E)* og *Transport og lagring (H)*. Kunnskapsgrunnlag fra slike analyser vil gjøre det mulig å finne konkrete tiltak for økt sirkularitet i hver enkelt næring og på tvers av næringer. Som påpekt i resultatet av kryssløpsanalysen er det viktig at tiltak for å oppnå økt sirkularitet ikke kun rettes mot enkelt næringer, men hensyntar ressursenes helhetlige materialflyt, da en næring ofte har innsatsfaktorer og leveranser til en rekke andre næringer.

Materialstrømmer i bygge- og anleggsnæringen

Flere strømmer med potensial for økt sirkularitet er identifisert som en del av materialstrømsanalysen, beskrevet på side 67-69. Rettede tiltak mot disse strømmene vil bidra med å øke takten i det sirkulære skiftet i bygge- og anleggsnæringen. I tillegg viser analysene at områdene nedenfor er suksesskriterier for å lykkes med sirkulær transformasjon, og er viktig på tvers av spesifikke strømmer eller verdikjedeled.

Samarbeid på tvers av verdikjeden



Kommunikasjon og samarbeid mellom næringsaktører i ulike deler av verdikjeden, eksempelvis mellom entreprenører som skal bygge ut en tunnel og en aktør med behov for steinmasse vil være nødvendig for forutsigbarhet og systematisk sirkulær omstilling.

Tilgjengeliggjøring av data



Deling av informasjon om overskuddsstrømmer eller behov for sekundære materialer er viktig å realisere sirkulært potensial. Både offentlige og private aktører sitter med mye nyttig informasjon som, hvis tilgjengeliggjort, kan bidra til samarbeid og økt sirkularitet.

Logistikk



Å sørge for at masser er tilgjengelig gjennom et velfungerende logistikkledd vil bidra til økt sirkularitet. Tilgjengelige arealer for mellomlagring av masser er et eksempel på dette.

Kompetanse



Mer kunnskap og erfaring må til for å oppnå sirkularitet. Eksempelvis om hvordan riving bør gjennomføres for å sikre skånsom behandling av materialer og tilrettelegging for materialgjenbruk og -gjenvinning.



TRONDHEIM KOMMUNE
Tråanten tjielte

Eventuelle spørsmål kan rettes til
Trondheim kommune v/ Klima- og miljøenheten

E-post: klima-miljoenheten.postmottak@trondheim.kommune.no
Telefon: 725 42 550

A narrow street in a historic town, likely in Norway, featuring colorful wooden buildings with vertical siding. The buildings are painted in shades of blue, grey, and light green. The street is paved with cobblestones and has a curved path. A street lamp is visible in the distance. The overall atmosphere is quiet and historic.

Vedlegg

- Del 1: Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial
- Del 2: Materialstrømsanalyse av bygge- og anleggsnæringen

Foto: Lucrezia De Agrò, Unsplash



TRONDHEIM KOMMUNE
Tråanten tjielte

Del 1: Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial

Metode for beregning av indikatorer for sirkulært potensial

Skalering og aggregering av næringer og data

Innhentet data varierer fra å være på kommunalt nivå til nasjonalt nivå, dermed har det vært nødvendig å skalere nasjonal data til kommunalt nivå for visse datasett. Dette blir gjort ved å vekte med sysselsettingstall for næringene i Trondheim, da vi antar at næringene ikke fungerer annerledes i Trondheim kommune enn i resten av landet. Industri er en særlig heterogen næring, og derfor må industrisammensetningen undersøkes nærmere, se *Industrisammensetning Trondheim* på side 79. For klimagassutslipp er det benyttet en litt annen tilnærming som er beskrevet på neste side.

Formel for disaggregering av data fra nasjonale data til kommunalt nivå:

$$\text{Tall for Trondheim kommune} = \sum_{i=\text{næring}} \frac{\text{Nasjonale tall}_i}{\text{Sysselsetting for gitt næring}_i} * \text{Sysselsetting for gitt næring i Trondheim kommune}_i$$

Utgangspunktet for analysen er næringsklassifiseringen SN2007, som deler opp i 19 forskjellige næringer. Noen datakilder har derimot aggregert næringene på en annen måte, ved for eksempel å slå sammen to næringer. Det har derfor vært behov for å justere næringsklassifiseringen etter datakildene. For å sikre konsekvent disaggregering fra nasjonalt til kommunalt nivå, har sysselsettingsandelen for Trondheim kommune blitt justert for hver datakilde i henhold til næringsklassifisering for den kilden.

Normalisering og vektning av indikatorer

For å gi et tydelig bilde av hvilke næringer som har størst sirkulært potensial, er hver indikator normalisert. Normalisering er en metode som anvendes for å skalere variabler av ulik størrelse eller måleenhet slik at de blir sammenlignbare. I denne analysen ønsker vi å se på bidrag fra ulike faktorer som har svært ulik måleenhet, og da er det meningsfullt å normalisere indikatorene før de vektet sammen.

Metoden som er benyttet kalles standardisering, der hver observasjon får en standard score definert som avvik fra gjennomsnittet relativt for standardavviket til indikatoren¹.

Tre av fokusområdene med indikatorer har fullstendige data; Verdiskaping, arbeid og innovasjon, Produksjon og forbruk, og Klimapåvirkning. For indikatoren 'Kvanta konsumert råmateriale' har vi kun data for bygge- og anleggsvirksomhet. De tre områdene er vektet likt inn i beregningen av samlet score. Produksjon og forbruk har kun data for næringen *Bygge- og anleggsvirksomhet*. Denne er derfor ikke inkludert i beregning av total score for sirkulært potensial, men det er gjort en kvalitativ justering som også beskrives i oppsummeringen av de viktigste næringene.

Kryssløpsanalysen

Kryssløpsanalysen baserer seg på SSB sin kryssløpsmodell for leveranser av innenlandsk produktinnsats (tabell 1850). Dataene er gruppert opp til næringsinndelingen (hovedgrupper i NACE, se side 20). Analysen ser ikke på importert produktinnsats eller eksport av varer og tjenester til produktinnsats hos næringer i utlandet. For eksportintensive næringer, som fiske og akvakultur, innebærer dette at de i realiteten har et mye større kjøp av produktinnsats enn de har leveranser, da leveranser til utlandet er utelatt.

1] For detaljert beskrivelse av metode se for eksempel følgende lenke URL:
<https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/matematikk/stat.html>



Metode for beregning av klimagassutslipp

Beregning av utslipp fra næringer i Trondheim

Vår analyse av klimagassutslipp er basert på SSB sine beregninger for utslipp fra norsk økonomisk aktivitet, justert etter sysselsettingsandel og etter utslippstall fra Miljødirektoratet. SSB sine utslippstall er fordelt etter næringsnivå på et nasjonalt nivå for direkte klimagassutslipp. For å estimere utslippene som tilhører Trondheim er en metode med to steg benyttet. Først er nasjonale utslipp omgjort til utslipp tilhørende Trøndelag ved hjelp av sysselsettingsandel for hver næring i Trøndelag fylke. Deretter er disse utslippene skalert ned til Trondheim ved å bruke relativ utslippsandelen fra Miljødirektoratets klimaregnskap. Det er ikke en-til-en-knytning mellom næringsinndelingen fra SSB og Miljødirektoratet.

Næring - NACE	Miljødirektoratet utslippskategori
A) Jordbruk, skogbruk og fiske	Jordbruk
B) Bergverksdrift og utvinning	Industri, olje og gass
C) Industri	Industri, olje og gass
D-E) El, vann og avløp, og renovasjon	Energiforsyning, og avfall og avløp
F) Bygge- og anleggsvirksomhet	Bygg og anlegg
G) Varehandel	Mobil forbrenning - Andre næringer
H) Transport og lagring	Sjøfart, luftfart, tunge kjøretøy og varebiler
I) Overnattings- og serveringsvirksomhet	Mobil forbrenning - Andre næringer
J) Informasjon og kommunikasjon	Mobil forbrenning - Andre næringer
K) Finansiering og forsikring	Mobil forbrenning - Andre næringer
L-M) Teknisk tj.yting, eiendomsdrift	Mobil forbrenning - Andre næringer
N) Forretningsmessig tjenesteyting	Mobil forbrenning - Andre næringer
O) Offentlig admin. og forsvær	Mobil forbrenning - Andre næringer
P) Undervisning	Mobil forbrenning - Andre næringer
Q) Helse- og sosialtjenester	Mobil forbrenning - Andre næringer
R-S) Kultur og Annen tjenesteyting	Mobil forbrenning - Andre næringer

Det er derfor lagd en koblingstabell mellom standard næringsfordeling og Miljødirektoratets inndeling (se tabell til venstre). Beskrevet metode gir et bedre bilde av utslippsmønsteret i Trondheim som gjør tallene basert på SSBs utslippsregnskap for økonomisk aktivitet og Miljødirektoratets klimaregnskap. Miljødirektoratet inkluderer kun utslipp som skjer i Trondheim, mens en beregning basert på økonomisk aktivitet ikke skiller på hvor i landet utslippene skjer.

Analysen tar høyde for lokale forskjeller i utslipp slik som nivå av luftfart og fjernvarmeproduksjon. Trondheim har ikke en tilhørende flyplass og står derfor for tilnærmet lik null av utslippene for lufttransport i Trøndelag. På den andre siden står Trondheim for nesten alt av utslipp tilknyttet kraftproduksjon, på grunn av fjernvarmeanlegget på Heimdal. Ved å kombinere næringsfordelte utslipp fra SSB, med Miljødirektoratet sine utslippsandeler for Trondheim vil disse lokale forskjellene bedre bli fanget opp.

Ulikt datagrunnlag for klimagassutslipp

Klimagassutslippene fra Miljødirektoratet og SSB vil ikke være helt like, da det er noe forskjell på metoden som er benyttet for beregningene. Dette gjør at utslippene fra SSB er totalt sett litt høyere enn de fra Miljødirektoratet. Det er to store forskjeller som har en innvirkning for Trondheim. Utslippene fra veitrafikk er beregnet annerledes i de to kildene, samt at SSB inkluderer alle klimagassene fra FNs klimakonvensjon, og Miljødirektoratet kun inkluderer CO₂, metan og lystgass.



Kvantitativ data

Datagrunnlaget består av offentlige kilder som muliggjør enkel oppdatering av tallene for kommende år.

Datasett	Datakilde	Tabellnummer	Nivå	År
Kvartalsvis nasjonalregnskap, produksjon og inntekt. Faste priser (2020), kvartalsvis (millioner kr)	SSB	09190	Nasjonalt	2022
Produksjonsindeks for bygge- og anleggsvirksomheten, indeks 2015=100	SSB	13430	Nasjonalt	2005-2022
Investeringer i FoU etter art og næring. Faste priser (2020), årlig (mill kr)	SSB	11189	Nasjonalt	2020
Sysselsatte per 4. kvartal, etter region, næring (SN2007), statistikkvariabel og år - arbeidssted, antall	SSB	07984	Trondheim kommune Trøndelag fylke og nasjonalt	2022
Utslipp av klimagasser i kommuner - Trondheim kommune (Tonn CO ₂ -ekvivalenter)	Miljødirektoratet		Trondheim kommune	2009-2021*
Klimagasser fra norsk økonomisk aktivitet, etter næring og komponent (AR4), 1000 tonn CO ₂ -ekvivalenter)	SSB	09288	Nasjonalt	2021
Avfallsregnskap for Norge (1 000 tonn), etter kilde, statistikkvariabel og år	SSB	10514	Nasjonalt	2021
Avfall fra tjenesteytende næringer, etter næringshovedområde (SN2007) og materialtype (tonn)	SSB	07355	Nasjonalt	2021

* SSB kom med nye tall for klimagassutslipp for 2022 i juni 2023. Disse var i prosjektperioden kun foreløpige og ikke nærings inndelt. Derfor er 2021 tall benyttet.



Samfunnsøkonomisk nåsituasjon og sirkulært potensial

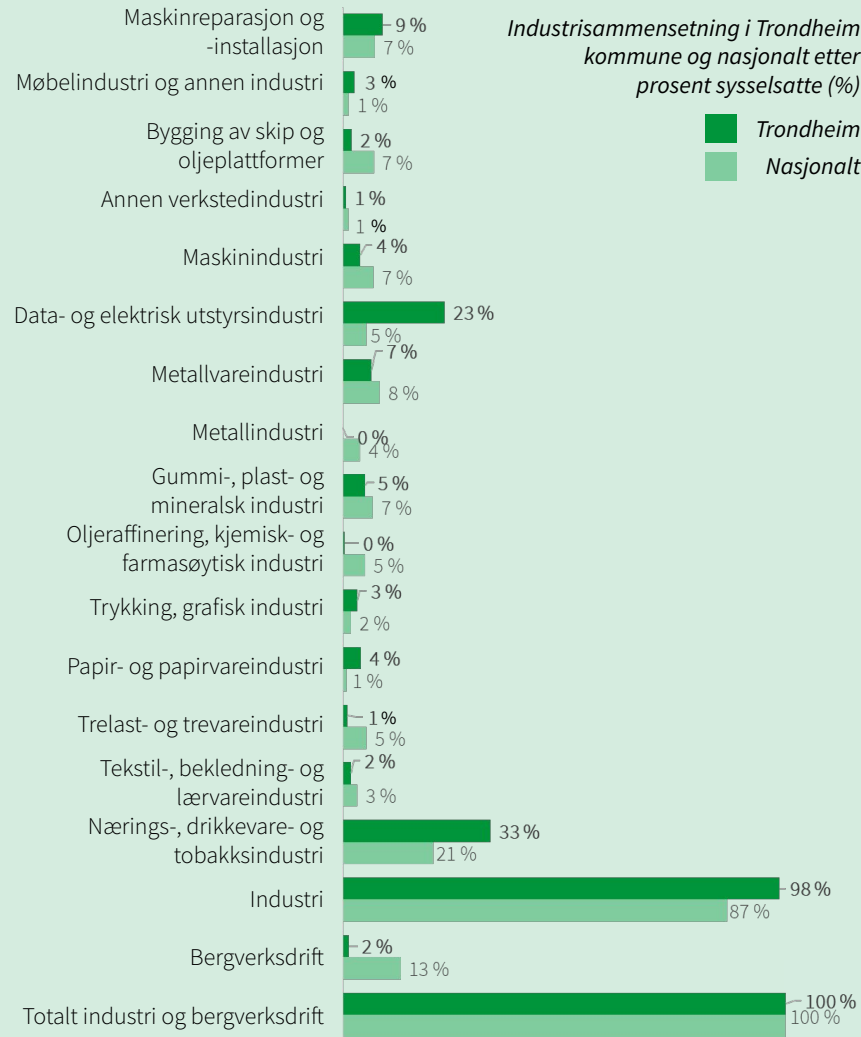
Industrisammensetning i Trondheim

Flere av indikatorene for sirkularitet er skalert ned til kommunalt nivå fra nasjonal data ved bruk av sysselsettingsandel. Det er derfor en antakelse at sammensetningen av næringene er lik for Trondheim kommune som nasjonalt. En av næringene som kan bli sett på som heterogen er industri, som samler industri fra maskiner til drikkevareindustrien. Det er derfor nødvendig å sammenligne Trondheim og nasjonale tall på et mer detaljert nivå.

Industrisammensetningen i Trondheim og nasjonalt kan sees til å være relativ lik. Trondheim har flere ansatte i industri sammenlignet med bergverksdrift, spesielt innen Nærings-, drikkevare- og tobakksindustri og Data- og elektrisk utstyrsindustri sammenlignet med nasjonalt. Den utslippsintensive næringene Oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri samt metallindustrien er fraværende i Trondheim, det er derfor mulig at utslippsberegningene for industrien Trondheim kommune er noe mindre enn resultatene viser.

På grunn av denne skjevheten i næringsstrukturen henter vi inn tall for utslipp av klimagasser fra Miljødirektoratets kommunale klimaregnskap for industri, olje og gass.

Industrisammensetning i Trondheim kommune og nasjonalt etter prosent sysselsatte (%)



1] SSB. 09016. Bedrifter og sysselsatte i industri, etter statistikkvariabel, region, næring (SN2007). 2017

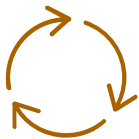
2] SSB. 12817: Foreløpige tall for antall foretak, sysselsatte og omsetning, etter næring (SN2007). 2017



Verdiskaping, arbeid og innovasjon

	Verdiskaping (mill NOK, 2022)	Syssetting (etter arbeidssted, 2022)	Innovasjon (mill NOK, 2020)
A) Jordbruk, skogbruk og fiske	509	478	5
B) Bergverksdrift og utvinning	6 926	1 028	57
C) Industri	6 691	5 964	356
D-E) Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon	2 638	1 175	162
F) Bygge- og anleggsvirksomhet	9 789	10 368	84
G) Varehandel, reparasjon av motorvogner	12 014	14 860	357
H) Transport og lagring	4 427	4 196	105
I) Overnattings- og serveringsvirksomhet	2 869	5 980	34
J) Informasjon og kommunikasjon (IKT)	9 935	6 766	1 325
K) Finansierings- og forsikringsvirksomhet	11 253	3 097	445
L-M) Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift	18 808	12 977	1 281
N) Forretningsmessig tjenesteyting	1 416	7 530	119
O) Offentlig administrasjon og forsvar	10 028	7 335	376
P) Undervisning	12 836	15 997	1 344
Q) Helse- og sosialtjenester	18 386	26 845	349
R-S) Kultur og annen tjenesteyting	3 543	5 444	22
Totalt	132 067	130 040	6 421





Gjenvinning og ombruk

	Andel til gjenvinning (%)
A) Jordbruk, skogbruk og fiske	-
B) Bergverksdrift og utvinning	-
C) Industri	-
D-E] Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon	-
F) Bygge- og anleggsvirksomhet	30,5 %
G) Varehandel, reparasjon av motorvogner	-
H) Transport og lagring	-
I] Overnattings- og serveringsvirksomhet	-
J] Informasjon og kommunikasjon (IKT)	-
K] Finansierings- og forsikringsvirksomhet	-
L-M] Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift	-
N] Forretningsmessig tjenesteyting	-
O] Offentlig administrasjon og forsvar	-
P] Undervisning	-
Q] Helse- og sosialtjenester	-
R-S] Kultur og annen tjenesteyting	-



Produksjon og forbruk

	Avfallsmengde (tonn, 2021)	Avfall per verdiskaping (kg per mill NOK, 2021/2022)
A] Jordbruk, skogbruk og fiske	1 059	2 082
B] Bergverksdrift og utvinning	5 265	760
C] Industri	48 934	7 313
D-E] Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon	39 793	15 087
F] Bygge- og anleggsvirksomhet	121 830	12 445
G] Varehandel, reparasjon av motorvogner	32 168	2 678
H] Transport og lagring	2 968	670
I] Overnattings- og serveringsvirksomhet	6 822	2 378
J] Informasjon og kommunikasjon (IKT)	1 565	158
K] Finansierings- og forsikringsvirksomhet	1 911	170
L-M] Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift	10 385	552
N] Forretningsmessig tjenesteyting	11 363	8 027
O] Offentlig administrasjon og forsvar	1 306	130
P] Undervisning	3 128	244
Q] Helse- og sosialtjenester	10 870	591
R-S] Kultur og annen tjenesteyting	4 066	1 148
Totalt	303 436	2 298



Klimapåvirkning

	Klimagassutslipp (tonn CO2e, 2021)	Klimagassutslipp per verdiskaping (tonn CO2e/mill NOK, 2021)
A) Jordbruk, skogbruk og fiske	17 368	34,24
B) Bergverksdrift og utvinning	12 705	1,83
C) Industri	31 883	4,76
D-E] Elektrisitet, vann og avløp, og renovasjon	168 398	63,85
F] Bygge- og anleggsvirksomhet	80 922	8,27
G] Varehandel, reparasjon av motorvogner	16 949	1,41
H] Transport og lagring	183 802	41,08
I] Overnattings- og serveringsvirksomhet	1 836	0,64
J] Informasjon og kommunikasjon (IKT)	215	0,02
K] Finansierings- og forsikringsvirksomhet	0	0
L-M] Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting, og eiendomsdrift	1 615	0,09
N] Forretningsmessig tjenesteyting	6 108	4,31
O] Offentlig administrasjon og forsvar	2 944	0,29
P] Undervisning	1 314	0,10
Q] Helse- og sosialtjenester	2 294	0,12
R-S] Kultur og annen tjenesteyting	5 092	1,44
Totalt	534 445	4,02



TRONDHEIM KOMMUNE
Tråanten tjeilte

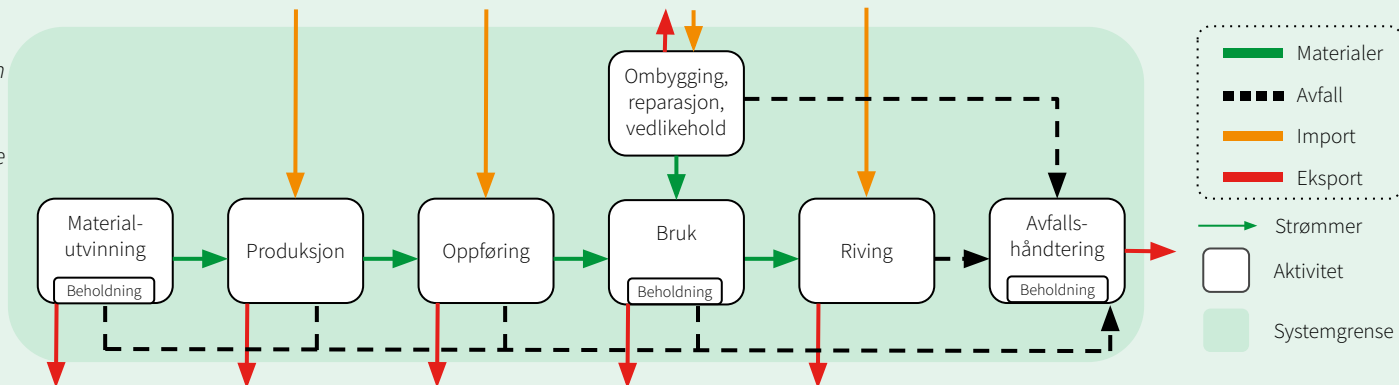
Del 2: Materialstrømsanalyse av bygge- og anleggsnæringen

Overordnet metodebeskrivelse

Metode

En statisk materialstrømsanalyse (MFA) kartlegger flyten av materialer inn og ut av en aktivitet, samt tilførsel til eventuelle beholdninger av materialer i aktivitetene i et gitt år. Er datagrunnlaget tilstrekkelig skal det være massebalanse i den kvantifiserte aktiviteten, som betyr at mengden som går inn skal være lik mengden som kommer ut av prosessen gitt at beholdningen av materialer ikke endrer seg. Det første steget i en MFA er å identifisere problemstillingen; hva er målet med analysen? Det neste steget er å bestemme systemgrensene for analysen, herunder hvilke materialer, geografisk område, tidsrom og aktiviteter som skal analyseres. Deretter er det nødvendig å analysere systemet; hvilke prosesser og strømmer befinner seg innenfor systemgrensen? Når dette er gjort skal materialstrømmene kvantifiseres, hvor målet er å tallfeste volum og mengder av materialene som flyter fra aktivitet til aktivitet, inn og ut av systemet, samt tilskudd eller uttak av materialer i beholdningen.

En generisk verdikjede som er utgangspunktet for MFAen er illustrert til høyre. Denne kan være et utgangspunkt i fremtidige analyser av andre næringer. Justeringer iht. den respektive næringens aktiviteter er nødvendig, samt hvilke materialer som skal inkluderes.



Relevante datakilder

For å gjennomføre en materialstrømsanalyse er god forståelse av systemet essensielt. Kilder til god informasjon kan være gjennomførte studier av samme område, og innsikt fra næringsaktører og andre med bransjekunnskap. Det er fordelaktig å ha tilgang på primærdata for aktuelle prosesser og materialer, men det kan være utfordrende å få tak i. Enten grunnet at dataen ikke eksisterer eller begrensninger som dårlig datakvalitet. Der primærdata ikke er tilgjengelig vil det være nødvendig med estimater for beregning av mengder. Dette gjøres vanligvis ved å ta i bruk materialintensitetsfaktorer, som for eksempel kg/m^2 metall brukt i bygg. Disse faktorene kan fremskaffes fra for eksempel litteraturkilder, eller beregnes selv hvis noe data er tilgjengelig. En annen relevant datakilde er aktivitetens effektivitet. Dette kan være for eksempel gjenvinningsgrad eller sorteringsgrad, som sier noe om både mengde materialer og hvor materialene flyter.

Næringsavgrensning

Bygge- og anleggssektoren inkluderer en rekke aktiviteter, og systemgrenser kan derfor medføre uklårheter. Tabellen nedenfor beskriver hvilke NACE-koder (Standard for næringsgruppering, SN 2007) som faller innenfor eller utenfor systemgrensen i materialstrømsanalysen i delrapport B.

Analyseområde	Systemgrense	Inkluderte NACE-koder	Ekkluderte NACE-koder
Bygg	Boligbygg, fritidsbygg, industri- og lagerbygninger, bygninger for landbruk og fiske, kontorbygg, bygg for samferdsel, hotell- og restaurantbygninger, undervisning-, kultur- og forskningsbygninger, bygninger for helse og fengsel-, samt beredskapsbygninger	F] Bygge- og anleggsvirksomhet 41.1 - Utvikling av byggeprosjekter 41.2 - Oppføring av bygninger 43.11 - Riving av bygninger og andre konstruksjoner 43.12 - Grunnarbeid 43.3 - Ferdiggjøring av bygninger	F] Bygge- og anleggsvirksomhet 43.13 - Prøveboring 43.2 - Elektrisk installasjonsarbeid, VVS-arbeid og annet installasjonsarbeid 43.9 Annen spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet
Anlegg	Vei, tunnel og bro	F] Bygge- og anleggsvirksomhet 42.11 - Bygging av veier og motorveier 42.13 - Bygging av bru og tunneler 43.12 - Grunnarbeid	F] Bygge- og anleggsvirksomhet 42.12 - Bygging av jernbaner og undergrunnsbaner 42.2 - Bygging av vann- og kloakkanlegg, og anlegg for elektrisitet og telekommunikasjon 42.9 Bygging av andre anlegg 43.13 - Prøveboring 43.9 Annen spesialisert bygge- og anleggsvirksomhet

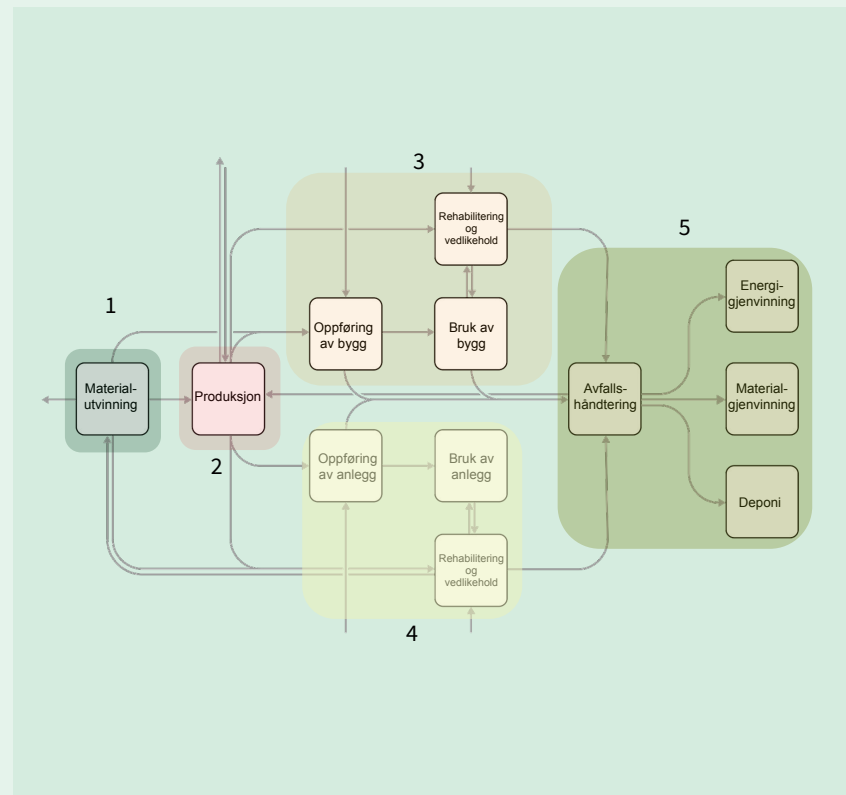
Kilder og nærmere metodebeskrivelse (1/3)

Metode og kilder på materialflyt

Datagrunnlaget for analysen er basert på primærdata innhentet fra næringsaktører, tilgjengelig datagrunnlag fra aktører som Statens Vegvesen, Direktoratet for Mineralforvaltning, Statistisk sentralbyrå (SSB), samt ved bruk av litteraturkilder og estimater. For beregning av avfall fra oppføring, renovasjon og riving av bygg ble metoden utarbeidet av SSB i *Avfall fra byggeaktivitet* benyttet. Oppdaterte avfallsfaktorer ble innhentet via epostkorrespondanse med SSB og data på investeringer i rehabilitering ble hentet fra NHO. Avgrensninger er diskutert i *Skogesal, O. (2019). Beskrivelse av materialstrømmer*. For oppføring, bruk, rehabilitering og vedlikehold av anlegg ble metoden beskrevet i *Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter (Statens Vegvesen, 2019)* fulgt.

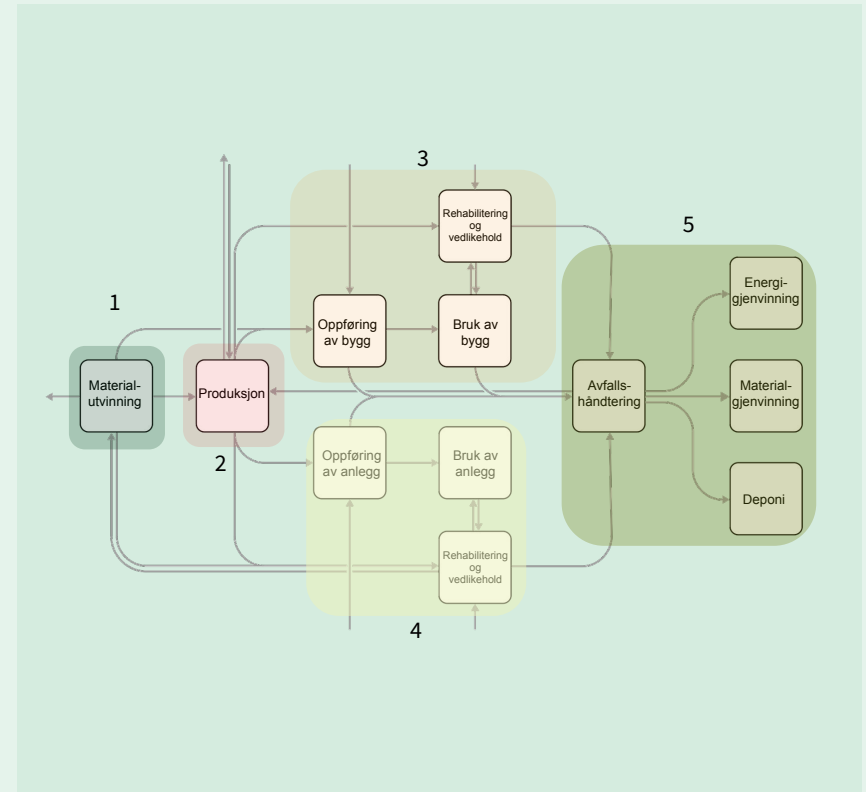
Følgende kilder, allokert til respektive verdikjedeledd i illustrasjonen til høyre, utgjør datagrunnlaget:

- 1 DirMin. DMFs ressursregnskap for byggeråstoff. 2022.
DirMin. Ressursregnskap for Byggeråstoffer. Trøndelag 2018. 2021.
Innspill fra næringsaktører
SSB. Avvirkning av hogst for salg. Tabell 03895. 1996-2021.
- 2 Innspill fra næringsaktører.
Telle. R. Asfaltboka. 2022.
DirMin. Ressursregnskap for Byggeråstoffer. Trøndelag 2018. 2021.
- 3 SSB. Tabeller: 05940, 05939, 06513, 03158, 03173, 01375, samt tilsendte avfallsfaktorer.
Rønningen, O. (2000). Bygg- og anleggsavfall. SSB
Matrikkelen. Revet bygg og bolig. Tilsendt data.
NHO. Tall og fakta: Byggevarerindustrien. 2022
Bergsdal et al. (2007) Dynamic material flow analysis for Norway's dwelling stock.



Kilder og nærmere metodebeskrivelse (2/3)

- 4 Statens Vegvesen. Lengder på vei, bro og tunnel fra Nasjonal vegdatabank.
Statens vegvesen. Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter. 2009
Bærekraftig massehåndtering i Trondheimsregionen. Trondheimsregionen. 2023
Aronsen, M. Analyse av armeringsbehov for tre-spenns platebro i betong med varierende spennlengder. 2018.
Trondheim kommune. Hovedplan veg 2018-2022. Forvaltning, drift og vedlikehold.
EUROSTAT. Economy-wide material flow accounts. 2018.
- 5 Data på avfallshåndtering- og behandling tilsendt fra avfallsaktør.
Data på avfall fra vedlikeholdsprosjekter tilsendt fra Trondheim Kommune.
Rønningen, O. (2000). Bygg- og anleggsavfall. SSB.



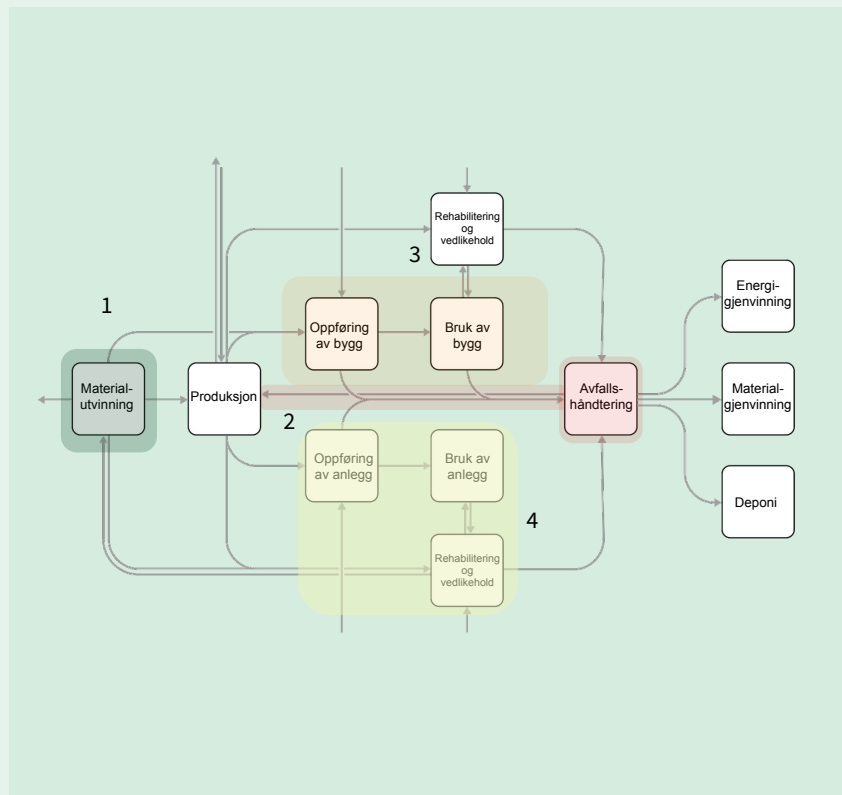
Kilder og nærmere metodebeskrivelse (3/3)

Metode og kilder på energiforbruk

Energiforbruket i de ulike prosessene i verdikjeden er estimert ved bruk av statistikk fra SSB, samt ved bruk av en metode for beregning av energiforbruket utarbeidet av Statens Vegvesen. Statistikk for produksjon av fjernvarme er hentet fra Statkraft Varme. Da det i dag er lite overføring av energi fra prosess til prosess, og derfor utgjør datagrunnlaget hovedsakelig energiforbruket i hver enkelt prosess. Grunnet manglende data er energiforbruk for rehabilitering og vedlikehold av bygg, samt energiforbruk relatert til produksjon ikke inkludert.

Følgende kilder, allokert til respektive verdikjedeledd i illustrasjonen til høyre, utgjør datagrunnlaget knyttet til energi:

- 1 Statens vegvesen. (2009). Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter.
SSB. 11845: Veier, parkering, belysning, holdeplasser. 2022.
DirMin. DMFs ressursregnskap for byggeråstoff. 2022.
Statens Vegvesen. Dokumentasjon VegLCA v.5.10B. 2022
Miljødirektoratet. Tabeller for omregning fra energivare til utslipp. 2020.
- 2 Statkraft Varme. Breeam nøkkeltall for Trondheim. 2023
- 3 Trondheim Kommune. Energiforbruk i Trondheim Kommune. *Mail*. 2023
Lopez-Aparicio, S. & Grythe, G. The EmSite model for high resolution emissions from machinery in construction sites. 2022
Miljødirektoratet. Statistikk for utslipp av klimagasser for alle kommuner. 2023.
- 4 Statens vegvesen. Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter. 2009
DirMin. DMFs ressursregnskap for byggeråstoff. 2022.
Vestlandsforskning. Levetid og lengde for vei og jernbane. 2010
Lopez-Aparicio, S. & Grythe, G. The EmSite model for high resolution emissions from machinery in construction sites. 2022



Kvalitativt datagrunnlag

Datagrunnlaget for utredningen består av også av kvalitativ data, i form av innsikt fra næringsaktører, bransje-/næringsforeninger, kommunen og fylkeskommunen. Datagrunnlaget ble samlet gjennom fem fokusintervjuer, i et innspillsmøte med 16 deltakere, samt kortere avklaringer over telefon eller e-post. Det er også hentet kvalitativ data fra offentlig tilgjengelige kilder, løpende henvist gjennom rapporten.

Bidragstyttere

Et utvalg aktører med innsikt i dagens verdikjede og områder med sirkulært potensial har bidratt inn i arbeidet med denne utredningen. Dette har skjedd gjennom deltakelse i fokusintervjuer, deltakelse i et fysisk innspillsmøte i april 2023 og/eller ved å dele kvantitativ data. Da enkelte datasett består av konkurranseutsatt informasjon er organisasjonene anonymisert.

I tillegg til aktørene listet opp har representanter fra både Trøndelag fylkeskommune og Trondheim kommune ved Klima- og miljøenheten, Innkjøpstjenesten, Byplankontoret, Trondheim eiendom og Kommunalteknikk deltatt i innspillsmøtet og med både kvalitativ og kvantitativ data.

Prosjektgruppen har i tillegg hatt dialog med *Loopfront*, en skyløsning for gjenbruk av materialer og produkter.

Organisasjon	Innspillsmøte	Fokusintervju	Kvantitativ data
Produsent byggeråstoffer	X		X
Entreprenør Bygg og Anlegg		X	
Entreprenør Bygg			X
Entreprenør Anlegg	X	X	X
Entreprenør Anlegg		X	
Aktør logistikk og frakt	X		X
Aktør logistikk og lagring	X		
Næringsforening	X		
Bransjeforening		X	
Avfallsaktør	X	X	X
Kraftaktør	X		

Vurdering av sirkulært potensial i bygge- og anleggsnæringen*

Material eller produkt	Materialvolum	Materialkvalitet	Materialets ombruk- og gjenvinningspotensial	Tilgjengelighet	Kommentarer
Overskuddsmasser	Veldig stort	Varierende	Varierende avhengig av sprenging og geologiske forutsetninger	Varierende	Kan erstatte dagens råmateriale, men vil bla. kreve bedre samhandling, kartlegging, data og logistikk
Flygeaske	Stort	Potensial som tilslag i betong, i spesialmurstein og veidekker	Trolig god	God	Forskning, samt rensing, er nødvendig for å realisere potensial
Asfalt	Medium	God	God	Lav	Betalingsvillig marked, men store utfordringer med tilgjengelighet
Trevirke	Medium	<ul style="list-style-type: none"> ● 20 % har riktig kvalitet¹ ● Kun ubehandlet kan materialgjenvinnes² ● Noen trelementer kan gjenbrukes³ 	God	God	Det er lav gjenvinningskapasitet for trevirke i Norge per i dag
Betong og tegl	Stort	Varierende avhengig av forurensningsgrad	Kan gjenvinnes som tilslag i grøfter, bærelag etc. hvis ikke forurenset → det skjer i dag + deponi	God	Betong og tegl er tunge produkter som vil kreve ressurser spesielt i logistikkledet for å realisere sirkulært potensial
Energi	NA	NA	NA	NA	Potensial knyttet til økt bruk av fornybar energi og energieffektivisering

*] Helhetlig vurdering basert på kvalitativ og kvantitativ innsikt

1] Direktoratet for byggkvalitet. Samfunnsøkonomisk analyse av redusert avfall i byggebransjen. 2020.

2] NHP-nettverket. Økt materialgjenvinning av byggavfall. 2015.

3] Grønn Byggallianse. Grønn Materialguide. 2020

