

Rapport

SUSTAINABLE INNOVATION

Forfattere: Anne Rønning, Christian J. Engelsen og Andreas Brekke**Rapportnr.:** OR.03.16**ISBN:** 978-82-7520-741-6

Materialstrømsanalyse – byggavfall

Betong, gips og vindusglass

Materialstrømsanalyse – byggavfall
Betong, gips og vindusglass

Rapportnr.: OR.03.16 **ISBN nr.:** 978-82-7520-741-6 **Rapporttype:**
ISSN nr.: 0803-6659 Oppdragsrapport

Rapporttittel:

Materialstrømsanalyse - byggavfall

Betong, gips og vindusglass

Forfattere: Anne Rønning, Christian J. Engelsen og Andreas Brekke

Prosjektnummer: 1737 **Prosjekttittel:** Materialstrømsanalyse - byggavfall

Oppdragsgivere: **Oppdragsgivers referanse:**

NHP-nettverket

Gunnar Grini

Emneord: **Tilgjengelighet:** **Antall sider inkl. bilag:**

- Betong
- Gips
- Vindusglass
- Byggavfall

Åpen

50

Godkjent:

Dato: 27.01.2016



Prosjektleder



Forskningsleder

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	1
1 Innledning	3
1.1 Studiens omfang	3
1.2 Organisering	3
1.3 Tilbakemeldinger fra sentrale aktører i bransjen	4
2 Dagens byggavfallsstatistikk	6
2.1 Omfang	6
2.2 Utarbeidelse av statistikken	7
2.3 Usikkerhet	9
2.4 Oppdaterte avfallsfaktorer	10
3 Hva faller utenfor statistikken	12
3.1 Uregistrert rehabilitering	12
3.1.1 Rehabilitering av bad	12
3.1.2 Andre avfallsdelstrømmer fra bygninger	13
3.2 Avfall fra anleggsfasen	14
3.2.1 Hvilke anleggstiltak genererer betongavfall	14
3.2.2 Regelverk og praksis	14
3.2.3 Mengde betongavfall	15
4 Betongavfall	17
4.1 Fremtidig generering av betongavfall	17
4.1.1 Årlig forbruk av betong og årlig generering av betongavfall	17
4.2 Disponering av betongavfall	18
4.2.1 Behandling av betongavfall	18
4.2.2 Gjenvinning og bruk på stedet	19
4.2.3 Materialgjenvinning for bruk i veier og plasser	20
4.2.4 Gjenvinning og bruk på deponi	20
4.2.5 Gjenvinning ved bruk i ny betong	21
4.2.6 Materialgjenvinningsgrad	21
4.3 Rapportering av mottatt avfall	23
5 Gips	24
5.1 Gipsavfall og behandling	24
5.2 Gjenvinning og bruk av gipsavfall	25
5.2.1 Gjenvinning	25
5.2.2 Bruk av resirkulert gipsavfall i produksjon av gipsprodukter	25
5.2.3 Gipsavfall benyttet i sementproduksjon	25
5.3 Framskrivning av gipsavfall og gjenvinningspotensial	26
5.4 Trender	28
6 Vindusglass (med og uten forurensninger) – avfallsmengder og behandling	30
6.1 Mengder glassavfall fra byggeaktivitet	30
6.1.1 Mengder glassavfall generert fra byggeaktivitet i statistikk fra SSB	30
6.1.2 Hvorfor er det vanskelig å finne tall på mengder glass?	32
6.1.3 Mengder glass beregnet i prosjektet	34
6.1.4 Konklusjoner knyttet til mengde glass som avfall fra bygge- og anleggsaktivitet	39

6.2	Behandling av vinduer	40
6.2.1	Hva er potensielle farlige stoffer i vinduer?	40
6.2.2	Hvordan behandles PCB-rutene i dag?	41
6.2.3	Hvordan behandles klorparafinrutene i dag?	41
6.2.4	Hvordan behandles andre isolerglassruter i dag?	43
6.2.5	Hvordan behandles andre vinduer i dag?	43
6.2.6	Gjenvinning av glass.....	43
6.2.7	Konklusjoner knyttet til behandling av ulike typer vinduer	44
7	Konklusjon	46
8	Referanser	48
Vedlegg 1	Vindusmengder basert på opplysninger fra Drammens glass	51

Sammendrag

På oppdrag fra Nettverk for gjennomføring av Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall (NHP) har Østfoldforskning, i samarbeid med Sintef Byggforsk, utarbeidet en materialstrømsanalyse for betongavfall fra bygg og anlegg. I denne studien er dagens mengder byggavfall fra nybygg, rehabilitering og rivning, så vel som hvordan mengdene betongavfall vil utvikle seg i fremtiden, redegjort for. Det er videre redegjort for disponering av betongen etter innsamling og levering til godkjent avfallsanlegg, samt direkte gjenvinning av betongavfallet til utfyllingsformål. Utredningen har tatt utgangspunkt i tall fra Statistisk Sentralbyrå, men en sentral del av oppdraget var å fremskaffe ny informasjon for disponering av betongavfallet på bakgrunn av resultater fra tidligere utredninger og informasjon fra entreprenør- og gjenvinningsbedrifter.

I tillegg er det foretatt en enkel vurdering av hvordan mengdene gipsavfall vil utvikle seg i fremtiden, og muligheter for økt materialgjenvinning. Endelig er det sett på mengden glassavfall som oppstår fra bygge- og anleggsaktivitet og gjort en vurdering av om dagens håndtering av både forurensede vinduer (med f.eks. PCB eller klorparafiner, men også ftalater, isocyanater og andre nyere tilsatsstoffer) og ikke-forurensede vinduer fører til at glasset materialgjenvinnes, og også om denne bidrar til forskriftsmessig håndtering av avfallet.

Som en del av prosjektgjennomføringen ble bransjen kontaktet for å kartlegge dagens praksis for disponering av betongavfall (håndtering, behandling, sluttbehandling og gjenvinning), praksis for gjenvinning av gips og hvordan håndtering av forurensede vinduer påvirker materialgjenvinning av vindusglass. Aktørene som ble kontaktet representerer avfallsinnsamlere, gjenvinnings- og miljøstasjoner, knuseanlegg for gjenvinning og deponier. I tillegg har Statens Vegvesen, Jernbaneverket og Norges vassdrags- og energidirektorat bidratt med anleggsdata og informasjon om rutiner på rapportering av betongavfall.

SSBs byggavfallsstatistikk er basert på en rekke statistikker og beregninger. Det er foretatt en gjennomgang av statistikken med en beskrivelse og hvordan denne framkommer og beregnes. Beregningene utføres etter en såkalt faktormetode. Denne metoden multipliserer beregnet areal med beregnet avfallsmengde/m² (beregnet ut fra avfallsplaner), bygningstype og aktivitetstype (nybygg, rehabilitering, rivning). En slik tilnærming virker fornuftig siden det er vanskelig å basere byggavfallsstatistikk på absolutte målte mengder fordi byggavfall genereres i veldig forskjellige mengder per tiltak.

Det ligger selvsagt usikkerhet i dagens statistikk. Det er derfor foretatt en vurdering av usikkerhetene som er knyttet til statistikken og det er gjennomført sensitivitetsanalyser. Slik som statistikken beregnes i dag vil følsomheten for endringer i avfallsfaktoren være høyest for nybygging siden avfallsfaktoren er lav og det nybygde arealet er høyt. For aktivitetstypen rivning vil endringer i det beregnede arealet gi høyest utslag siden avfallsfaktoren er høy og rivearealet er lite.

For bygningstiltak finnes det delstrømmer av betongavfall som sannsynligvis faller utenfor statistikken. Dette er typisk forbundet med mindre rehabiliteringsprosjekter som ville påvirket både avfallsfaktor og rehabiliteringsareal. Et eksempel viste at rehabilitering av baderom kan påvirke statistikken et sted mellom 20-50 000 tonn betongavfall årlig. Forbedringstiltak for statistikken vil

derfor være å lage løsninger som kan registrere slike avfallsdelstrømmer og hvordan slike data kan innhentes.

Mengden betongavfallet som i dag registreres fra anleggstiltak er sannsynligvis for lav. Store virksomheter som Statens Vegvesen, Jernbaneverket og NVE har systemer som registrerer blant annet betongavfall og en inkludering av disse tallene i byggavfallsstatistikken vil være enkelt. Siden anleggstiltak er vesentlig forskjellige fra bygningstiltak i antall, areal og mengde, så vil det i utgangspunktet være bedre med en metode som baserer seg på totalt registrert volum i stedet for faktormetoden. Her vil det være en direkte sammenheng mellom økende rapportering av betongavfall fra anleggstiltak og total mengde beregnet anleggsavfall.

De største bruksområdene er nyttiggjøringsformål som anleggsveier, mindre veier, tilbakefylling, utfylling og tildekning både på og utenfor deponier. Den største andelen nyttiggjøring finner sted utenfor deponiene. Armert betong blir knust og armeringsjernet blir fjernet. Betongavfall fra bygg- og anleggsvirksomhet blir i dag ikke brukt i ny betongproduksjon ved å produsere resirkulert tilslag. Tilbakemeldingene fra gjenvinningsbransjen viser at det er vanskelig å produsere resirkulert tilslag kostnadseffektivt i forhold til naturlig tilslag der det stilles strengere krav til å dokumentere kvaliteten. Betongavfall gjenvunnet til bruk i forsterknings- og bærelag i større veiprojekter benyttes i relativt liten grad. Selv om mange tidligere fullskalaprojekter viser at resirkulert tilslag er teknisk egnet, er det vanskelig å få innpass i markedet der det er god tilgang på jomfruelige materialer. Total gjenvinningsgrad for betongavfall beregnet ut fra SSB sin statistikk var 79-84% i perioden 2011-2013. Basert på tilbakemeldinger fra bransjen ble det grovt beregnet en gjenvinningsgrad på 55-75% for 2014. I begge estimatene utgjør materialgjenvinning ved nyttiggjøring den største andelen.

Det er grunn til å anta at noe gipsavfall faller utenfor statistikken. Det har ikke lyktes prosjektet å kvantifisere dette. Men, basert på tidligere studier og tilbakemeldinger fra aktører i bransjen, er det antatt at mengden gipsavfall kan ligge i størrelsesorden 100.000 tonn årlig. Med utgangspunkt i omsatt mengde gips, er det foretatt en framskriving av gipsavfallet. En slik framskriving vil tilsi en mengde gipsavfall på ca. 125 000 tonn i 2020. Det er rimelig å anta at ca. 100 000 tonn gipsavfall kan materialgjenvinnes i 2020. Det utgjør ca. 80 % av det framskrevne gipsavfallet i 2020 med disse antakelsene. I tillegg viser studien at det er mulighet for omsetning av gjenvunnet gipsavfall til bruk i produksjon av nye gipsprodukter, i størrelsesorden 70 000-110 000 tonn i 2020.

Prosjektet har avdekket at det er stor usikkerhet knyttet til hva som rapporteres som glassavfall fra bygge- og anleggsaktivitet og at denne avfallskategorien behøver presisering både i statistikken og i virkelig praksis. Det er nesten bare bygningsglass fra vinduer definert som farlig avfall som går til materialgjenvinning, men dette glasset er ikke rapportert under kategorien «Glass» i statistikk for avfall fra bygge- og anleggsvirksomhet, men snarere som «Farlig avfall». Dersom statistikken skal benyttes til å beregne prosentvis materialgjenvinning, må den sammenstilles på en annen måte.

Studier av praksis for håndtering av isolerglassruter som potensielt inneholder PCB eller klorparafiner viser at disse håndteres forsvarlig med liten mulighet for at uønskede stoffer ender på uønskede steder. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til hvilke substitusjonsstoffer som finnes i isolerglassruter av nyere dato og om disse stoffene håndteres forsvarlig.

1 Innledning

1.1 Studiens omfang

Nettverk for gjennomføring av Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall (NHP) består av representanter for ulike bransjeforeninger, Statens Vegvesen, Statsbygg samt fire observatører fra henholdsvis Direktoratet for byggkvalitet, Miljødirektoratet, Statistisk sentralbyrå og Nordnorske Entreprenørers Service-organisasjon (NESO). Hovedmålet for nettverket i planperioden 2013-2016 er at alt byggavfall skal søkes minimert og sikres høyeste mulig gjenvinning og forsvarlig håndtering; det er et mål at 70 % av totalt BA-avfall skal materialgjenvinnes eller ombrukes innen 31.12.2016. Betongavfall utgjør en stor andel av bygg- og anleggsavfallet som oppstår. Materialgjenvinning av betongavfallet vil trolig være avgjørende for at målet kan nås.

Med dette som utgangspunkt ønsket NHP-nettverket å få utarbeidet en materialstrømsanalyse for betongavfall fra bygg og anlegg. I denne studien er dagens mengder byggavfall fra nybygg, rehabilitering og rivning, så vel som hvordan mengdene betongavfall vil utvikle seg i fremtiden, redegjort for. Det er videre redegjort for disponering av betongen etter innsamling og levering til godkjent avfallsanlegg, samt direkte gjenvinning av betongavfallet til utfyllingsformål. Utredningen har tatt utgangspunkt i tall fra Statistisk Sentralbyrå, men en sentral del av oppdraget var å fremskaffe ny informasjon for disponering av betongavfallet på bakgrunn av resultater fra tidligere utredninger og informasjon fra entreprenør- og gjenvinningsbedrifter.

I tillegg er det foretatt en enkel vurdering av hvordan mengdene gipsavfall vil utvikle seg i fremtiden, og muligheter for økt materialgjenvinning. Endelig er det sett på mengden glassavfall som oppstår fra bygge- og anleggsaktivitet og gjort en vurdering av om dagens håndtering av både forurensede vinduer (med for eks. PCB eller klorparafiner) og ikke-forurensede vinduer fører til at glasset materialgjenvinnes, og også om denne bidrar til forskriftsmessig håndtering av avfallet.

1.2 Organisering

Prosjektet ble organisert med ulike delprosjekter (aktiviteter, se Tabell 1). Aktivitetene følger strukturen gitt i utlysningen. Alle aktiviteter i tabell 1 er utført i samarbeid mellom Østfoldforskning og SINTEF Byggforsk med ulike aktivitetsledere.

Tabell 1 **Prosjektaktiviteter**

Aktivetsnummer	Aktivetsbeskrivelse	Aktivetsleder
1.	Materialstrømsanalyse betongavfall	Østfoldforskning
1.1	Redegjøre for dagens generering av betongavfall.	Østfoldforskning
1.2	Hvordan vil genereringen av betongavfall utvikle seg i fremtiden	SINTEF Byggforsk
1.3	Disponering av betongavfall	SINTEF Byggforsk
2	Hvordan vil gipsavfall utvikle seg i fremtiden og mulighetene for økt gjenvinning	Østfoldforskning
3	Fører dagens håndtering av forurensede vinduer til materialgjenvinning og håndteres det farlige avfallet forskriftsmessig	Østfoldforskning
4	Sluttrapport	Østfoldforskning
5	Prosjektstyring inkl. møter	Østfoldforskning

Det har vært gjennomført to møter med referansegruppen bestående av representanter fra NHP-nettverket. Referansegruppen, har i tillegg til å komme med innspill til prosjektdesign, gitt innspill underveis i prosjektet og bidratt med kommentarer i høringsprosessen til sluttrapporten.

1.3 Tilbakemeldinger fra sentrale aktører i bransjen

Som en del av prosjektgjennomføringen ble bransjen kontaktet for å kartlegge dagens praksis for disponering av betongavfall (håndtering, behandling, sluttbehandling og gjenvinning), praksis for gjenvinning av gips og hvordan håndtering av forurensede vinduer påvirker materialgjenvinning av vindusglass.

Bransjen har bidratt med opplysninger om:

- Type og mengde mottatt avfall
- Hvilke behandlingsmetoder som benyttes (tilbakefylling, gjenvinning og/eller deponering)
- Hvilken aktivitetstype avfallet stammer fra
- Rapporteringsrutiner
- Dagens og fremtidig markedssituasjon

Aktørene som ble kontaktet representerer produsenter, avfallsinnsamlere, gjenvinnings- og miljøstasjoner, knuseanlegg for gjenvinning og deponier. I tillegg har Statens Vegvesen, Jernbaneverket og Norges vassdrags- og energidirektorat bidratt med anleggsdata og informasjon om rutiner på rapportering av betongavfall. I Tabell 2 er det gitt en oversikt over hvilke deler av bransjen som har bidratt med informasjon.

Tabell 2 **Oversikt over delene av bransjen som har bidratt med informasjon til prosjektet.**

Virksomhet	Avfallstype	Antall bidratt med opplysninger
Produsenter	Gips, glass	3
Riveentreprenør	Betong, glass	4
Avfallsinnsamler	Betong, gips, glass	8
Gjenvinning og deponi	Betong, gips, glass	25
Entreprenør rehabilitering	Betong	4
Byggherre anlegg	Betong	3

NHP-nettverkets arbeidsgruppe for «Farlig avfall og miljøgifter» har gitt opplysninger om håndtering av vindusglass.

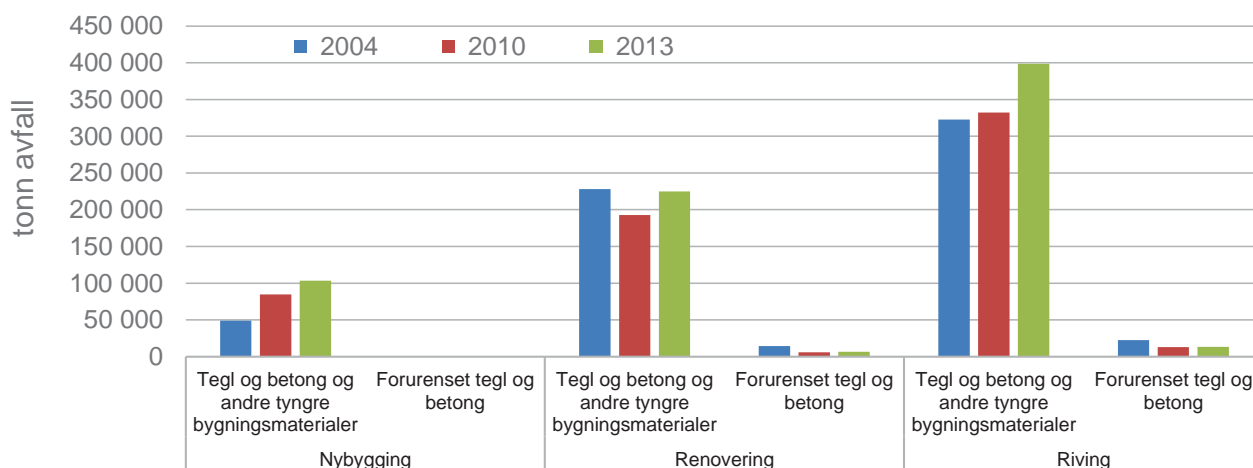
I tillegg har Byggevareindustrien, Pianc Norge, Norbas og Ruteretur bidratt med data. Disse opplysningene er integrert i analysene.

2 Dagens byggavfallsstatistikk

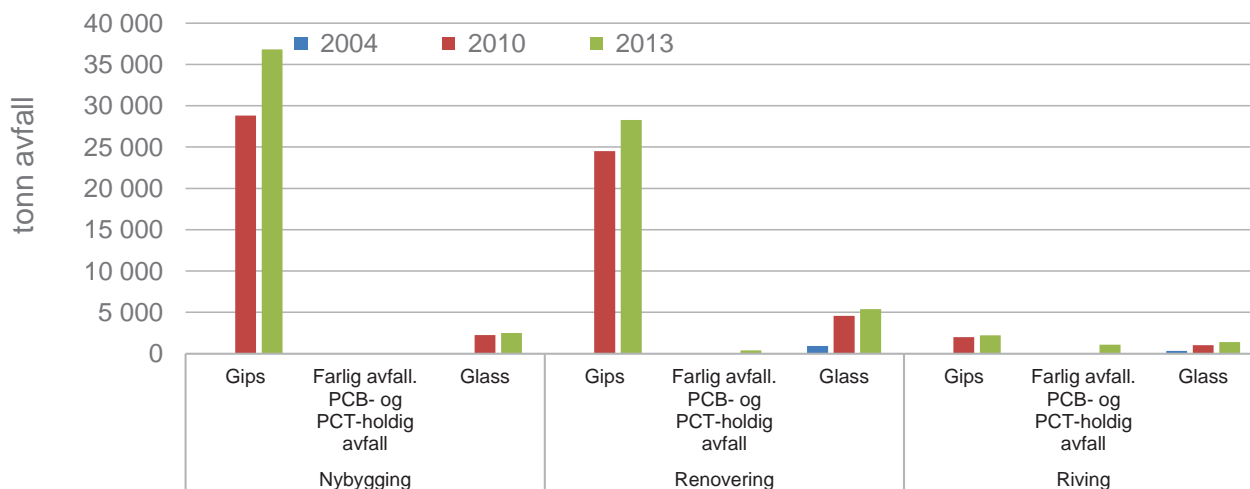
2.1 Omfang

Dagens byggavfallsstatistikk utarbeides av Statistisk sentralbyrå (SSB). Den omfatter byggavfall generert ved bygging, rehabilitering og riving av bygg. Avfall som genereres med tilstøtende veier og plasser (f. eks. asfalt) tas med i statistikken, mens avfall generert fra anleggsprosjekter er ikke inkludert. SSB har publisert data for byggavfall siden 1993. Statistikken omfatter materialer og materialgrupper som asfalt, betong (inkluderer tegl og lettklinkermaterialer), EE-avfall, glass, gips, metall, papp, papir, plast, trevirke.

Denne studien omfatter betong, gips og forurenset glass. Figur 1 og Figur 2 viser avfallsmengdene for disse materialene for årene 2004, 2010 og 2013 fordelt på nybygg, renovering og riving. Gipsavfall oppgis kun for år 2010 og 2013 i SSBs statistikkbank.



Figur 1 Mengde tegl, betong og andre tyngre bygningsmaterialer, samt forurenset tegl og betong for 2004, 2010 og 2013 fordelt på nybygg, renovering og riving. Kilde: SSB.



Figur 2 Mengde gipsavfall, PCB-holdig avfall og glass for 2004, 2010 og 2013 fordelt på nybygg, renovering og riving. For gips foreligger det ikke data for 2004. Kilde: SSB.

Det er foretatt en nærmere beskrivelse og vurdering av grunnlaget for statistikken i neste delkapitler.

2.2 Utarbeidelse av statistikken

Byggavfallsstatistikken er basert på en rekke statistikker og beregninger. Beregningene utføres etter en såkalt faktormetode og er beskrevet i Rønningen (2000). Denne metoden multipliserer beregnet areal med beregnet avfallsmengde/m² etter ligning (1):

$$Y_{m,a,b} = \beta_{m,a,b} \cdot X_{a,b} \quad (1)$$

der:

$Y_{m,a,b}$ total avfallsmengde av type m, aktivitetstype a og bygningstype b

$\beta_{m,a,b}$ avfallsmengde/m²

$X_{a,b}$ antall m² for aktivitetstype a og bygningstype b

I Tabell 3 beskrives ligning (1) nærmere der arealfaktorer og statistikker er systematisert for hver bygningstype. Dagens byggeregler (TEK 10) stiller tydelige krav til når det skal utarbeides avfallsplan og sluttrapport ut i fra byggets størrelse eller mengde generert. I tabellen er det også innført en ny aktivitetstype for anleggsfasen (a_4) som ikke dagens byggavfallsstatistikk omfatter. Denne aktivitetstypen vil diskuteres senere i rapporten (se kapittel 3.2).

Tabell 3 Beregnet areal og avfallsmengde benyttes for å beregne årlig mengde byggavfall.

Aktivitetstype (a)	Bygningstype (b)	¹ Avfall/m ² beregnet fra (β)	Areal beregnet ut fra (X)	³ Krav til avfallsplan og sluttrapport.
Nybygging (a ₁)	Mindre boliger, større bygg og andre bygg	Sluttrapport. Gjennomsnitt beregnes for hver bygningstype (b) og avfallstype (m).	Byggearealstatistik k. Gir et mål for hvor mange kvadratmeter som blir bygd av ulike bygningstyper.	Oppføring av nybygg, tilbygg, påbygg og underbygning over 300 m ² .
Rehabilitering (a ₂)	Mindre boliger, større bygg og andre bygg	Sluttrapport. Gjennomsnitt beregnes for hver bygningstype (b) og avfallstype (m).	Statistikk over investeringer i rehabilitering/rep asjon/vedlikehold i forhold til investeringer i nybygging.	Vesentlig endring, herunder fasade- endring, eller vesentlig reparasjon av bygning dersom tiltaket berører del av bygning som overskrider 100 m ² .
Riving (a ₃)	Mindre boliger, større bygg og andre bygg	Sluttrapport. Gjennomsnitt beregnes for hver bygningstype (b) og avfallstype (m).	² Matrikkelen. Norges offisielle register over fast eiendom. Her registreres alle bygninger som blir revet.	Riving av bygg over 100 m ² .
Anleggsfase (a ₄)	Vei, bane, vannkraftanlegg etc.	Ikke beregnet av SSB.	Ikke beregnet av SSB.	Oppføring, rehabilitering og riving av konstruksjoner og anlegg dersom tiltaket genererer over 10 tonn bygge- og rivningsavfall.

¹ Ekstreme verdier er fjernet fra gjennomsnittet etter vurdering av de enkelte rapportene hvor slike verdier ble funnet.

² GAB registeret omfatter alle stående, nyoppførte og revne bygninger i landet fra 1983-2015. GAB-registeret ble sammen med digitalt eiendomskartverk erstattet av Matrikkelen i løpet av 2007–2009. Alle bygg over (> kvm) blir registrert. Tallene som fremkommer på revet areal er preget av en viss usikkerhet.

³ Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift). Offentlige veganlegg, jernbaneanlegg, vannkraftanlegg krever ikke søknad og tillatelse etter Plan- og Bygningsloven men reguleres gjennom særskilt lovgivning.

2.3 Usikkerhet

Det ligger selvsagt usikkerhet i dagens statistikk. Dette er påpekt av flere (for eksempel Rønningen, 2000; Wærner et al., 2012) og vil bli kort omtalt her for betongavfall.

I forhold til ligning (1) ligger det usikkerheter i begge parameterne $\beta_{m,a,b}$ og $X_{a,b}$ avhengig av hvilken aktivitetstype det er snakk om. Dette gjenspeiles i sensitivitetsberegningene til Rønningen (2000) som viser til at nybygging har den høyeste aktiviteten ($\beta_{m,a1,b}$) men genererer minst total mengde avfall ($Y_{m,a1,b}$) siden avfall per kvadratmeter nybygg ($X_{m,a1,b}$) er forholdsvis lave, se Tabell 4.

Riving har en mye lavere aktivitet ($\beta_{m,a2,b}$), men ettersom det oppstår mye avfall per kvadratmeter ved riving ($X_{m,a2,b}$), er det denne aktiviteten som genererer mest avfall ($Y_{m,a2,b}$). Dette betyr at nybygging er mest følsom ovenfor endringer i avfallsfaktorene mens riving er mest følsom ovenfor en endring i aktivitetstallene (endring i revet areal). Dersom tallene i Tabell 4 legges til grunn vil for eksempel en økning på 2 kg i avfallsmengde per m^2 ($X_{m,a,b}$) for hver bygningstype gi en økning på:

- 13 212 tonn for nybygging (a_1)
- 10 140 tonn for rehabilitering (a_2)
- 3 040 tonn for riving (a_3)

Rehabilitering er basert på antakelsen om kostnadsforskjell ved rehabilitering og nybygging. I beregningene utført i 2000 er det antatt at rehabilitering har en kostnad som tilsvarer 72,5 prosent av nybyggekostnad. Her ligger det naturligvis en usikkerhet da det finnes en mengde måter å både rehabilitere og bygge nytt på. En sensitivitsanalyse utført i forbindelse med dette prosjektet viste at en rehabilitering med en kostnad på 60 prosent av ny byggekostnad, øker det rehabiliterede arealet med over en million m^2 og avfallsmengdene med 77 582 tonn (5,0%).

Sensitivitsanalysene gir et bilde på hvordan og hvor variasjonene kommer. Slik modellen er nå er nybygging veldig sensitivt for avfallsfaktoren fordi det nybygde arealet er så stort. For riving er det motsatt og en endring i revet areal gir større utslag enn tilsvarende økning for nybygd og rehabilitering areal.

Det bør legges til at arealstatistikken for nybygd areal vurderes som ganske nøyaktig slik at usikkerheten vil ligge i avfallsfaktoren ($X_{m,a1,b}$). For rehabilitering og riving vil usikkerheten ligge i begge faktorer.

Wærner (2012) vurderte usikkerheten i dagens statistikk som høyere enn anslaget til SSB på 10-20%. Dette er på grunn av følgende forhold:

- Varierende kvalitet på avfallsplan og sluttrapport
- Antall revne bygg er for lavt pga. manglende rapportering inn til GAB/Matrikkelen
- Rehabilitering som ikke går gjennom foretak blir ikke registrert
- For lave avfallsfaktorer for nybygg, og sannsynligvis også for riving av mindre boliger.
- Byggeaktivitet som ikke er melde-/søknadspliktig

Alle forholdene over påvirker usikkerheten i dagens statistikk. Kvaliteten på avfallsplan og sluttrapport er varierende, men ettersom statistikken har basert seg på et økende antall de senere

årene så har dette bidratt til sikrere tall. Sensitivitetsanalysen vist over, viser likevel at små endringer i avfallsfaktoren benyttet for nybygg vil slå vesentlig ut i regnskapet. Videre vil forhold som underrapportering av revne bygg til Matrikkelen, uregistrert rehabilitering og uregistrert byggeaktivitet være vesentlige. Sistnevnte vil behandles senere i denne rapporten.

Ved å benytte andre faktorer basert på egne erfaringer, beregnet Wærner et al. (2012) en total mengde bygg- og anleggsavfall på 2,9 mill. tonn. Dette inkluderer avfall fra anleggsfasen på 1 mill. tonn. Den største økningen ble beregnet for betongavfallet som hadde enn økning på 22%, fra 609 000 til 743 000 tonn. Både undersøkelsen til Wærner og sensitivitetsanalysene gir et bilde på dagens byggavfallsstatistikk og hvor man kan forvente å finne usikkerhetene.

Tabell 4 Avfall per flateenhet (kg/m²) fordelt på aktivitetstype og avfallstype (Rønningen, 2000).

Fraksjon	Betong og tegl	Gips	Glass
a ₁ – mindre boliger	6,5	3,5	0,27
a ₁ – større bygg	14,5	1,5	0,12
a ₁ – andre bygg	15,7	0,8	0,0
a ₂ – mindre boliger	40,4	5,9	0,4
a ₂ – større bygg	34,9	2,6	0,4
a ₂ – andre bygg	18,8	2,3	0,4
a ₃ – mindre boliger	387	4,13	3,29
a ₃ – større bygg	1165	0,0	0,34
a ₃ – andre bygg	406	0,7	0,39

2.4 Oppdaterte avfallsfaktorer

I byggavfallsstatistikken for 2013 ble det benyttet avfallsfaktorer fra 2011. Disse faktorene er basert på hovedsakelig sluttrapporter fra Oslo kommune og i Tabell 5 vises de for betong, gips og tegl. SSB forbedrer statistikkgrunnlaget hele tiden ved å få inn alle sluttrapporter fra Byggsøk slik at kvaliteten på faktorene forbedres. SSB meddeler at nye faktorer vil bli benyttet ved neste publisering av statistikken i mai/juni 2016. Nye faktorer vil være basert på avfallstall innhentet for 2014 (SSB, 2015).

En sammenligning av avfallsfaktorene i Tabell 5 med tidligere faktorer i Tabell 4 viser at inndelingen av bygningstypene har blitt mer nyansert ved å innføre kategorien næringsbygg.

Tabell 5 Avfall per flateenhet (kg/m²) fordelt på aktivitetstype og avfallstype benyttet for byggavfallsstatistikken for 2013 (SSB, 2015).

Fraksjon	Betong	Betong forurenset	Gips	Glass
a ₁ – mindre boliger	1,7	0	4,2	0,00
a ₁ – større bygg	17	0	6,2	0,03
a ₁ – næringsbygg	18	0	4,1	0,18
a ₁ – andre bygg	16	0	4,5	1,04
a ₂ – mindre boliger	42	0,0	4,3	1,6
a ₂ – større bygg	38	0,0	3,5	1,4
a ₂ – næringsbygg	55	3,5	8,0	1,3
a ₂ – andre bygg	45	0,5	6,0	0,3
a ₃ – mindre boliger	492	16	1,6	1,3
a ₃ – større bygg	445	49	0,0	0,0
a ₃ – næringsbygg	550	18	0,5	2,5
a ₃ – andre bygg	359	10	8,4	0,8

3 Hva faller utenfor statistikken

3.1 Uregistrert rehabilitering

Betong- og gipsavfall som blir levert på gjenvinningsstasjoner av privat husholdning blir ikke registrert under byggenæring og er dermed ikke med i BA-statistikk. Dette gjelder i noen tilfeller for mindre entreprenører også. Avfallet havner under 'Annet avfall' i husholdningsavfall. Dette ansees å være en liten mengde sammenlignet med BA-avfallet, men det er i prosjektet gjort noen beregninger for å kunne antyde hvilke mengder betong slike avfallsstrømmer utgjør. Disse er presentert i det følgende.

3.1.1 Rehabilitering av bad

Rehabilitering av bad gjøres i dag av større og mindre foretak eller på privat initiativ. Avfallsmengden generert per bad varierer naturligvis med badets størrelse, men også alder. I de fleste tilfeller vil badegulvet hogges opp og i mange tilfeller vil gammel flis fjernes. Dette genererer betong-, puss- og flisavfall i en anslått mengde på 500-1000 kg per rehabilitert bad av de kontaktede entreprenørene i Tabell 6. Gamle bad genererer ofte litt mer avfall enn nye bad blant annet på grunn av tykkere gulvstøp og benyttet puss på vegger.

I SSB sin statistikk over rehabilitert areal registreres byggemeldingspliktig rehabilitering som går gjennom foretak. Det betyr at mindre prosjekter utført av privatpersoner ikke blir registrert og fører til mindre rehabilitert areal. I mindre prosjekter utført av små foretak eller privatpersoner, utarbeides det heller ingen avfallsplan. Disse avfallsmengdene blir gjerne levert på nærmeste gjenvinningsstasjon og sortert under kategorier som betong og tegl og keramikk og fliser. Siden de ikke er registrert i noen avfallsplan kan de heller ikke påvirke avfallsfaktoren for rehabilitering. En avfallsfaktor for rehabilitering av baderom vil normalt være minimum 100 kg/m^2 (benytter 500 kg avfall per bad og et gjennomsnittsareal på 5 m^2), noe som er høyere enn gjennomsnittet benyttet i utarbeidelsen av dagens statistikk på 40 kg/m^2 (gjennomsnittet av a_2 for mindre boliger og større bygg i Tabell 5. Disse avfallsmengdene fanges ikke opp av dagens byggavfallsstatistikk.

Det er forsøkt å gjøre et estimat på hvor mye betongavfall som totalt genereres hvert år fra rehabilitering av bad og hvor stor andel som utføres av de klart største aktørene i markedet. AF Gruppen, Sansbygg AS og S-Bygg ble kontaktet og deres innspill er benyttet i estimatene. Enkeltprosjektene til aktørene var i de fleste tilfeller så store at avfallsplan og sluttrapport ble levert. Det er rimelig å anta at en avfallsplan skal utarbeides for alle enkeltprosjekter større enn 15-20 bad (berører mer enn 100 m^2 BRA). De kontaktede aktørene rehabiliterer årlig totalt ca. 2250 bad i Norge. Antar vi at avfallsmengden er 500 kg per rehabilitert bad utgjør dette ca. 1100 tonn betongavfall i året. Vi har lagt til grunn at kontaktede aktørene står for 50% av alle innmeldte rehabiliteringsprosjekter på bad. Dette betyr i så fall at avfallet fra ca. 4500 bad er registrert som betongavfall i statistikken.

I Norge antar vi at det finnes mer enn 2 mill. baderom. Et forsiktig anslag er at en rehabilitering vil inntreffe minst hvert 20 år (Fiskum, 2015). Dette tyder på at minimum 100 000 bad rehabiliteres

hvert år i Norge. Dette gir en betongavfallsmengde på nærmere 50 000 tonn. Det er imidlertid vanskelig å si nøyaktig hvor mye av dette volumet som ikke er inkludert i dagens statistikk siden denne delstrømmen påvirker gjennom økt areal og endret avfallsfaktor. Arealet til 100 000 bad vil være 500 000 m² som er signifikant i forhold til totalt rehabilitert areal på 5000 000 m². Dersom en tenker seg at avfallsfaktoren ligger et sted mellom gjennomsnittsfaktoren benyttet i dagens statistikk (40 kg/m²) og den reelle faktoren (100 kg/m²), gir dette en estimert avfallsmengde på 20 000 – 50 000 tonn. En oppsummering er gitt i Tabell 6.

Tabell 6 Estimering av betongavfall generert ved rehabilitering av bad i Norge

Parameter	Markedsandel	Antall bad	Avfall (kg/bad)	Totalt avfall (1000 kg)
Totalt antall bad		2 000 000		
Totalt antall som rehabiliteres årlig (hvert 20 år)		100 000	500	50 000
Rehabilitering med avfallsplan				
AF Gruppen	14 %	650	500	325
Sansbygg AS	20 %	900	500	450
S-Bygg	16 %	700	500	350
Andre aktører	50 %	2 250	500	1 125
Totalt meldepliktige		4 500	500	2 250
Rehabilitering uten avfallsplan				
Private og små aktører		95 500	500	47 750

3.1.2 Andre avfallsdelstrømmer fra bygninger

Andre delstrømmer av betongavfall fra bygninger kan være fra mindre rehabiliteringsprosjekter der brannmurer rives, taksteinreparasjoner, mindre fasadeendringer på puss og tegl. Det er imidlertid vanskelig å finne en tilnærming som kan kvantifisere spesifikke avfallsmengder på en god måte.

Et eksempel kan være følgende: Dersom en ser på antall eneboliger, tomannsboliger og rekkehus var det totale antallet 1 790 000 per 1.1.2014 i henhold til SSB. Disse boenhetene har en levetid på minimum 40 år og dersom en antar en mindre endring eller reparasjon hvert 20. år så betyr det at 89500 boliger av denne typen gjennomgår rehabilitering i året. Det er naturlig at dette kan være murarbeid inne, heller og betongstein på utearealer og reparasjon av takstein. En konservativ avfallsmengde generert ved hver husstand vil være 500-1000 kg. Dette vil gi en årlig mengde betongavfall på 45 000-90 000 tonn hvor det aller meste vil bli benyttet på stedet (gårdsbruk og andre mindre bruk) eller kjørt til avfallsstasjonen. Disse avfallsmengdene vil dermed ikke bli tatt med i statistikken for byggavfall

3.2 Avfall fra anleggsfasen

3.2.1 Hvilke anleggstiltak genererer betongavfall

Betongavfall generert fra anleggsfasen er til nå ikke tatt med i byggavfallsstatistikken. For å angi avfallsmengder var det nødvendig å identifisere de virksomhetene som sannsynligvis genererte de største mengdene betongavfall. Ut i fra oversikt over anleggstiltak gitt i Wærner (2012), ble følgende virksomheter kartlagt med hensyn på betongavfall:

- Statens Vegvesen
- Jernbaneverket
- NVE
- PIANC Norge – Havneingeniørenes forening

3.2.2 Regelverk og praksis

Avfallsprodusent skal i henhold til byggt teknisk forskrift til Plan- og bygningsloven (TEK-10) sørge for å utarbeide en avfallsplan over byggavfall som forventes å oppstå på byggeplass. Dette gjelder i utgangspunktet også anleggstiltak. En del bygge- og anleggstiltak reguleres i stor grad av særlig tilpasset lovgivning. For å unngå unødig dobbeltbehandling, er disse tiltakene delvis unntatt fra plan- og bygningslovgivningen med vilkår tilpasset hvilke forhold den enkelte særlovgivning ivaretar (SAK 10). Disse delvise unntak gjelder bl.a. offentlige veganlegg, vannkraftanlegg, en del energianlegg, landbruksveier, flytende akvakulturanlegg og jernbaneanlegg. Det er viktig å understreke at forurensningsloven vil gjelde og at avfallsforskriften må følges når det genereres avfall.

Statens Vegvesen har implementert reglene for avfallshåndtering inn i Håndbok R765 og skal derfor lage avfallsplaner for den delen av virksomheten som genererer avfall. Statens Vegvesen stiller krav om at 80 % av avfallet skal sorteres i ulike fraksjoner og leveres godkjente avfallsmottak eller gjenvinningsanlegg. Sluttrapport skal sendes kommunen med oversikt over faktiske leverte mengder avfall og disponering ved søknad om ferdigattest.

Jernbaneverket har i sitt miljøstyringssystem innarbeidet krav og veiledning for å sikre at lov og forskriftskrav vedrørende avfall følges. Som byggherre skal Jernbaneverket stille krav om avfallsplan og rutiner til entreprenører. Ved riving av bygninger og installasjoner med farlig avfall skal det utarbeides miljøsaneringsplaner.

Ved riving av damanlegg må dameier søke konsesjon hos Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) etter Lov om vassdrag og grunnvann (vannressursloven). Siden forurensningsloven alltid gjelder, utarbeides det en avfallsplan av dameier selv om det ikke stilles krav til dette i vannressursloven. Ved rehabilitering må dameier søke godkjenning hos NVE i henhold til Forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg (damsikkerhetsforskriften). Det stilles ikke krav til avfallsplan for disse tiltakene heller. NVE opplyser om at de anbefales at tiltakshaver innfører krav til avfallsplaner i alle bygge- og rehabiliteringsprosjekt for å oppnå en godavfallshåndtering. Avfallsplaner bør inngå som et fast kravelement i kontrakter med entreprenører.

3.2.3 Mengde betongavfall

Statens Vegvesen rapporterer generert avfall fra sine prosjekter inn i EL Rapp. Her er det rapportert inn avfall på rutinebasis helt siden 2012 mens praksisen startet før det. I Jernbaneverket følges ordinært avfall (byggeavfall) opp i prosjektene og lokalt på stasjoneringsstedene. Total mengde generert betongavfall er gitt i Tabell 7. Nøyaktigheten på totalvolumet er det vanskelig å vurdere men er helt avhengig av kvaliteten på innrapporterte data fra prosjektene og hvorvidt alle prosjektene som genererer betongavfall blir tatt med.

Det er også viktig å understreke at mengdene varierer fra år til år fordi antall og type anleggstiltak varierer. I Tabell 8 gis det eksempler på anleggstiltak som genererer meget forskjellige mengder betongavfall. For 2015 har Statens Vegvesen registrert 7400 tonn betongavfall og Tabell 8 viser at 5708 tonn kommer fra rivingen av Skjeggstad bro som er en uforutsett hendelse. Samtidig ser vi at planlagte tunnelrehabiliteringer genererer veldig forskjellige mengder betongavfall.

Når det gjelder damanlegg vil disse ved riving og rehabilitering generere betongavfall. Mengden varierer og de største mengdene genereres når et damanlegg skal fjernes. NVE opplyser at dette utføres sjelden. Rehabiliteringstiltak er mer vanlig, men dette utføres ofte ved at eksisterende damkonstruksjon blir bygd inn i en ny betongkonstruksjon eller at den forsterkes med fyllmasser. NVE opplyser om at det finnes 1718 damanlegg i Norge og disse varierer i høyde fra noen få meter til 145 m. Kronelengde (lengden langs damkronen) varierer fra noen få meter til nærmere 1 km. Betongvolum og generert avfall har derfor ikke vært mulig å beregne. Det bør påpekes at mange av konstruksjonene er store og at enkelttiltak kan ved riving generere flere tusen tonn.

Undersøkelsene for generering av betongavfall i anleggsfasen tyder på at innrapporteringssystemet hos de største virksomhetene er etablert, men det er sannsynlig at alle tiltak ikke er registrert ennå. Anleggstiltak er forskjellige fra tiltak for bygninger ved at det er vanskeligere å beregne areal og avfallsfaktorer for anleggstiltakene, i tillegg er de færre. Derfor kan det være mer rasjonelt å basere anleggsstatistikk fra innrapporterte tiltak hos de store virksomhetene og i tillegg se på mulighetene for å forbedre systemene slik at de fanger opp flest mulig prosjekter.

Tabell 7 Betongavfall registrert for anleggstiltak

Virksomhet	Mengde	Datagrunnlag	Kilde
Statens Vegvesen	6647	Gjennomsnitt 2013-2015	EL rapp SVV
Jernbaneverket	5242	Gjennomsnitt 2011-2013	Miljørapport JBV 2014
NVE	Ingen totaloversikt	Ikke relevant	NVE
Total	11888		

Tabell 8 **Betongavfall for enkelte anleggstiltak i 2015**

Tiltak	Aktivitetstype	Betongavfall (tonn)	Disponering
Skjeggestad (SVV)	Riving	5708	Ikke angitt
Granfoss (SVV)	Rehabilitering	0	Ikke angitt
Smestad (SVV)	Rehabilitering	1492	Ikke angitt
Fellesprosjektet E6-Dovrebanen (JBV/SVV)	Nybygging	4767	Nedknust og gjenvunnet

Det finnes lite informasjon om avfall generert fra anleggsfasen. For 1999 anslo SSB at 29000 tonn ble generert noe som utgjorde ca. 3 % av den totale mengden betong- og teglavfall i Norge (SSB, 2001).

I forbindelse med å identifisere rammene for prosjektet, kom havneanlegg opp som en mulig kilde til betongavfall. Representant fra Pianc Norge (Havneingeniørenes forening) opplyser at det ikke føres noen statistikker over slike masser, men at de innregnes i totale havnerenoveringsprosjekter. Der har man sett at det er større mengder betong i bygningsmassen enn i selve kaianlegget. Svært ofte bygges gammel betong inn i ny kai, og kaianlegg er definitivt ingen stor kilde til betongavfall.

4 Betongavfall

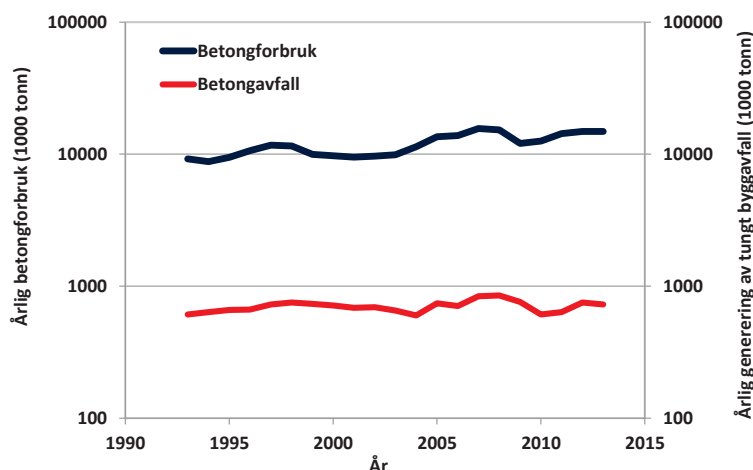
Målet med denne aktiviteten var å kartlegge massestrømmer for betong i fortid, nåtid og framtid for å redegjøre for dagens mengder avfall fra nybygg, rehabilitering og rivning innen bygg og anlegg, så vel som hvordan mengdene avfall vil utvikle seg i fremtiden (inkludert muligheter for gjenbruk).

4.1 Fremtidig generering av betongavfall

4.1.1 Årlig forbruk av betong og årlig generering av betongavfall

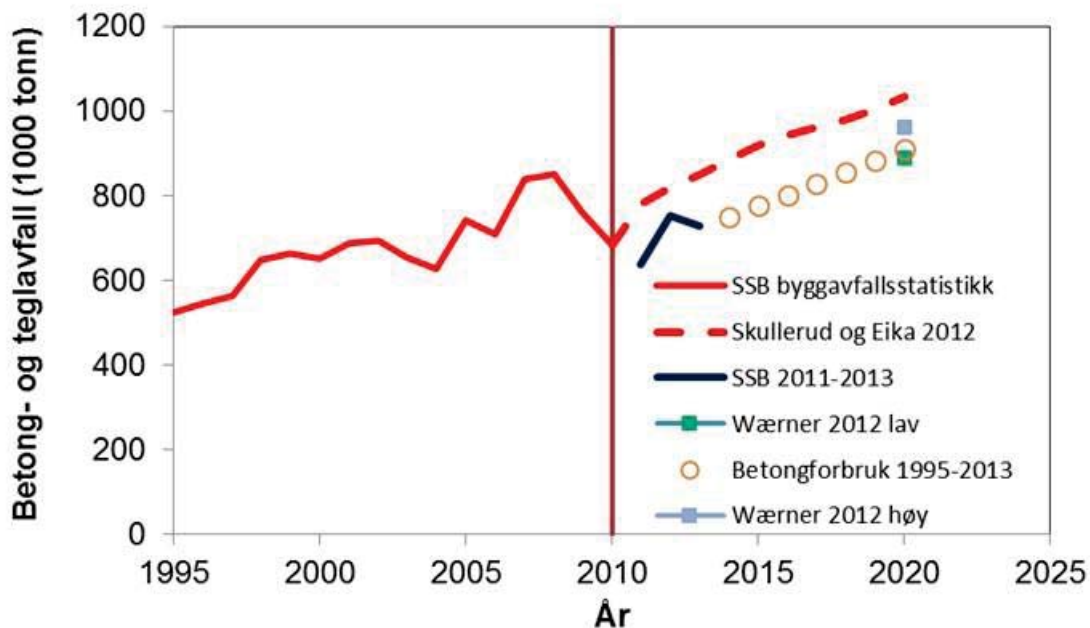
Det finnes beregninger for generering av betongavfall tilbake til 1993 og frem til 2013. Basert på sementforbruket i denne perioden kan årlig betongforbruk beregnes (Engelsen og Justnes, 2013). Figur 3 viser at genereringen av betongavfall har vært mindre enn 10 % av betongforbruket i den aktuelle perioden. Siden byggavfall genereres under bygging, rehabilitering og rivning er det viktig å understreke at det sannsynligvis er liten sammenheng mellom forbruk og avfall med hensyn på rivefasen siden byggene rives etter en viss levetid.

Dersom man ser på bygging og rehabilitering vil det imidlertid være en direkte sammenheng fordi forbruk og avfallsgenerering skjer på samme tid. Betongavfallet fra nybygging og rehabilitering har vært ganske konstant i 2004, 2010 og 2013 og er beregnet til 45 % av den totale mengden generert, se Figur 1.



Figur 3 Beregnet betongforbruk og generert betongavfall i perioden 1993-2013.

SSB har gjort beregninger på fremtidig generering av avfall (Skullerud og Eika 2012) samtidig som Wærner et al. (2012) også har gjort beregninger på fremtidig generering av betong- og teglavfall vist frem mot 2020. I Figur 4 er beregningene vist med hensyn til betongavfall. I tillegg viser Figur 4 et estimat på betongavfall i perioden 2014-2020 basert på gjennomsnittlig økning i betongforbruket i perioden 1995-2013.

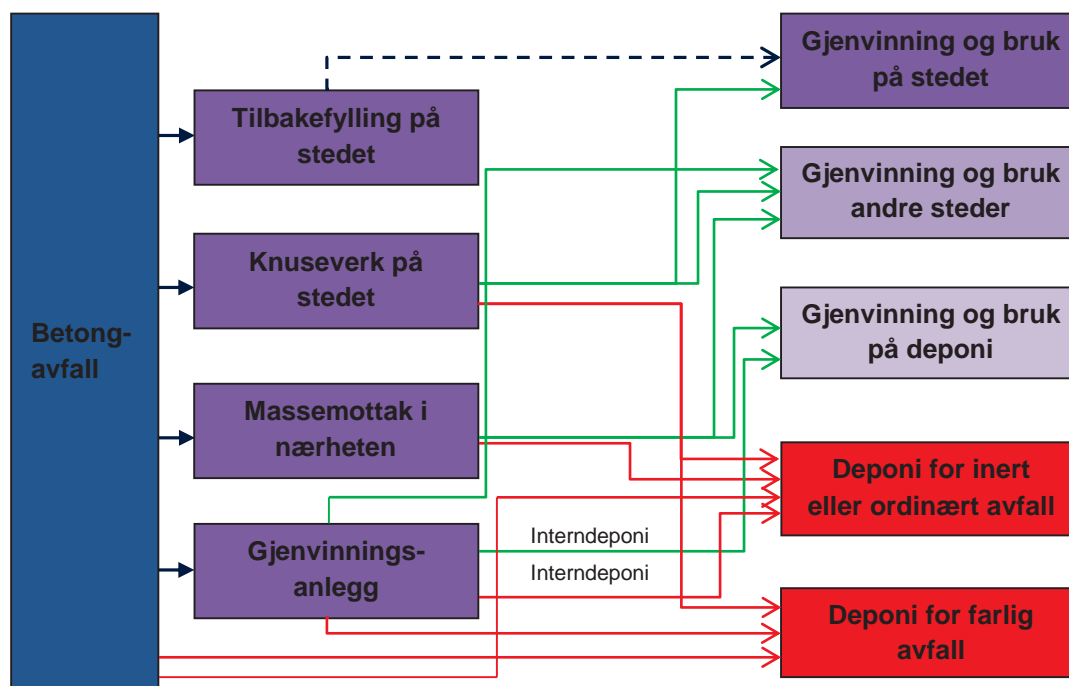


Figur 4 Fremtidig generering av betong- og teglavfall.

4.2 Disponering av betongavfall

4.2.1 Behandling av betongavfall

Betongavfall behandles i dag med ulike metoder og på ulike mottaksanlegg avhengig av aktivitetstype. Det genereres mer avfall per enkeltprosjekt ved riving enn ved rehabilitering og det er i store prosjekter mer hensiktsmessig å behandle betongavfallet på stedet ved grovtygging og videre knusing. For rehabiliteringsprosjekter og nybygging kan avfallet f. eks. samles i containere som hentes av gjenvinningsaktører i bransjen. For mindre prosjekter eller avfall generert av privatpersoner blir avfallet ofte kjørt direkte til gjenvinningsanlegg. I Figur 5 illustreres disponeringsmuligheter av betongavfall i dag. De ulike behandlingsformene er, i tillegg til aktivitetstype, avhengig av plasshensyn, forurensningsgrad og avfallsmengde. På bakgrunn av hva som er blitt utført av materialgjenvinning av betongavfall i Norge de siste 20 årene og dagens tilbakemeldinger fra bransjeundersøkelsen (kap.1.3), er dagens disponering av betongavfall diskutert i de neste kapitlene.



Figur 5 Behandling, gjenvinning og sluttdestinering av betongavfall. Stiplet linje indikerer at tilbakefylling defineres som en annen form for materialgjenvinning.

4.2.2 Gjenvinning og bruk på stedet

I større riveprosjekter har materialgjenvinning på stedet vært utført ved å produsere (knuse) egnet tilslag til tilstøtende veier, dremsmasser og tilbakefylling (f. eks gamle Rikshospitalet i Oslo, St Olavs Hospital i Trondheim etc.). I slike prosjekter har mobile knuseverk produsert en bestemt fraksjon av den knuste betongen (f. eks. tilslagsstørrelse 10/100 mm). Forurensede fraksjoner har enten blitt fjernet før riving eller separert bort ved fraksjonering under knuseprosessen. Denne typen gjenvinning synes å være tilfellet kun i noen få store prosjekter. For nybygg og rehabilitering er det uvanlig å materialgjenvinne på denne måten.

For andre riveprosjekter er det vanlig å bruke rivemassene som tilbakefyllingsmasser (eng.: backfilling). Her blir større betongbiter uten armering benyttet uten å knuse til en bestemt tilslagsstørrelse. Dette betegnes ofte som nyttiggjøring men er definert som en form for materialgjenvinning (backfilling) av Eurostat i forbindelse med kvantifisering av målet om 70 % materialgjenvinning av bygg- og anleggsavfall innen 2020 gitt i Rammedirektivet for avfall (2008/98/EC). Det kan bemerkes at i 2011 bestemte EU-kommisjonen at bygg- og anleggsavfall benyttet som tilbakefyllingsmateriale skal rapporteres adskilt (2011/753/EU). For at det skal kunne klassifiseres som gjenvinning må bruken av betongavfallet ha en teknisk funksjon, erstatte bruken av naturlige materialer og inneha materialegenskapene som trengs for å oppfylle funksjonen.

4.2.3 Materialgjenvinning for bruk i veier og plasser

Bransjeundersøkelsen viste at det var få tilfeller på bruk av knust betong i veibygging og parkeringsplasser til tross for at knust betong er teknisk egnet til bruk i både forsterknings- og bærelag i vei (Engelsen, 2015). I tilfellene der betongen ble benyttet til veibygging ble den behandlet på knuseverk eller masseinntak lokalisert i nærområdene. De samme tekniske kravene som stilles til naturlig tilslag for bruk i veibygging må dokumenteres for resirkulert tilslag (knust betong). Dette krever som regel en viss størrelse på produksjonsvolumet, jevn tilgang på betongavfall og et marked. En av tilbakemeldingene fra bransjeundersøkelsen var at det er vanskelig å komme inn på markedet med resirkulert materiale der det er god tilgang på naturlig grus, pukk og stein.

4.2.4 Gjenvinning og bruk på deponi

Bransjeundersøkelsen viste at mye av betongavfallet nyttiggjøres på deponi, se Tabell 9. Det mest benyttede bruksområdet på deponi var veibygging. Andre bruksområder var dreneringsmasse, overdekning av annet avfall og stabilisering av jord. Det ble i bare 2 tilfeller oppgitt at betongavfallet kun ble deponert. Aktivitetstypene oppgitt var riving og rehabilitering.

Undersøkelsen omfattet små og store aktører lokalisert i alle landsdeler. I 2014 behandlet de omtrent 300 000 tonn betongavfall. Dette utgjør sannsynligvis mer enn 30 % av totalt generert betongavfall for dette året. Undersøkelsen gir derfor en indikasjon på hvordan betongen disponeres selv om det i antall er ganske mange gjenvinningsanlegg og deponier i Norge som ikke er representert.

Utfyllingsformål på deponi regnes også innunder begrepet backfilling og er derfor klassifisert som en form for materialgjenvinning så lenge avfallet har en teknisk funksjon og at det benyttes i stedet for materialer som ikke er avfall.

Tabell 9 Tilbakemeldinger fra bransjeundersøkelsen (N=16) med hensyn på disponering av betongavfall

Virksomhetstype	Hvilken aktivitetstype	Hvordan behandles betongavfallet
Gjenvinning og deponi	Riving	Nyttiggjøring på deponi (veier) + ekstern vei
Gjenvinning	Riving, noe anlegg	Tilbakefylling og andre utfyllingsformål
Gjenvinning	Riving	Tilbakefylling og planering av tomter, resten til deponi
Gjenvinning	Riving, rehabilitering og nybygg	Fyllmasser der det ikke spesifikke krav Småveier, tilbakefylling, anleggsvei etc.
Gjenvinning	Riving og anlegg	Utfylling, forsterkningslag på vanlige mindre veier og anleggsveier
Gjenvinning	Riving	Utfyllingsformål, lite til veiformål
Gjenvinning og mellomlager	Riving og privatmarked	Gjenvinning av armert betong, deponi for resten
Gjenvinning og deponi	Riving og rehabilitering	Nyttiggjøring på deponi (drensmasse)
Gjenvinning og deponi	Riving og rehabilitering	Materialgjenvinning av lokal entreprenør
Gjenvinning og deponi	Riving og rehabilitering	Deponi
Gjenvinning og deponi	Riving og sanering	Nyttiggjøring på deponi (veier)
Gjenvinning og deponi	Riving, rehabilitering og privatmarked	Deponi (lite nyttiggjøres)
Gjenvinning og deponi	Riving (hus og støttemur)	Nyttiggjøring på deponi (veier og deponiavslutning)
Gjenvinning og deponi	Riving	Nyttiggjøring på deponi (veier og overdekning)
Deponi	Riving	Nyttiggjøring på deponi (stabilisering av jord)
Deponi	Riving, rehabilitering	Nyttiggjøring på deponi

4.2.5 Gjenvinning ved bruk i ny betong

Knust betongavfall fra riving, rehabilitering og nybygg benyttes ikke til ny betongproduksjon i Norge i dag. Betongstasjonene resirkulerer naturlig tilslag i ferskbetongrester fra betongbilene ved vasking. I betongelementproduksjon kan resirkulering forekomme ved at vrakproduksjon blir knust og benyttet som råmateriale i ny produksjon.

Dersom knust betongavfall oppfyller kravene gitt i tilslagsstandardene kan de benyttes i ny betongproduksjon (Engelsen, 2015).

4.2.6 Materialgjenvinningsgrad

Materialgjenvinningsgrad av betongavfall omfatter gjenvinning og nyttiggjøring i alle bruksområder nevnt ovenfor. I Tabell 10 er gjenvinningsgraden beregnet på bakgrunn av SSB sine tall fra avfallsregnskapet og fra avfallsstatistikken for byggeaktivitet. Gjenvinningsgraden er beregnet for totalt betongavfall (generert fra flere kilder) og for betongavfall fra byggeaktivitet. Beregningene viste en gjenvinningsgrad på 74-85 %. Det er viktig å understreke at en stor del av betongavfallet blir brukt som fyll- og dekkmasser. I henhold til SSB, ble 66 % (535 000 tonn) av betongavfallet gjenvunnet på denne måten i 2013 og bare 8 % (68 000 tonn) ble gjenvunnet på andre måter. Det meste av gjenvinningen som fyll- og dekkmasser blir utført i forbindelse med bygge- og riveaktivitet og bare 15 000 tonn ble nyttiggjort som fyll- og dekkmasser på deponi.

Tabell 10 Materialgjenvinningsgrad for betongavfall beregnet med tall fra SSB

År	Betongavfall (1000 tonn)		Gjenvinning (1000 tonn) ^a		Gjenvinningsgrad (%)	
	Total ^b	Byggavfall ^c	Total ^b	Byggavfall ^c	Total ^b	Byggavfall ^c
2013	814	747	603	591	74	79
2012	840	772	631	i.b. ^d	75	i.b. ^d
2011	710	664	602	561	85	84

^a Gjenvinning omfatter oppgitte data for materialgjenvinning og for dekk- og fyllmasse

^b Total = Betongavfall fra flere kilder (byggeaktivitet, husholdning, industri etc.)

^c Byggavfall = Betongavfall fra byggeaktivitet

^d i.b. = ikke beregnet

Det er i utgangspunktet vanskelig å beregne en eksakt gjenvinningsgrad for dagens betongavfall siden behandlingen og sluttdisponeringen varierer som vist i Figur 5. SSB beregner gjenvinningsgrad på bakgrunn av innrapporterte tall fra deponier og fra avfallsinnsamlere.

Undersøkelsene i dette prosjektet viste at mye av betongavfallet ble gjenvunnet som fyll- og dekkmasser i kvalitativt samsvar med SSB sine beregninger. For gjenvinnings- og deponianlegg er det sannsynligvis en høyere andel betongavfall som blir nyttiggjort enn 15000 tonn i 2013. Dette er basert på generelle tilbakemeldinger og på enkelttilfellene der spesifikke mengder på nyttiggjøring ble oppgitt. En årsak kan være ulik rapporteringspraksis, der det kun er dekkmasse som rapporteres inn. Det kan også være en andel som blir nyttiggjort utenfor deponi, men innenfor et anlegg som både driver gjenvinning og deponering.

Undersøkelsene viste videre at en relativ liten andel betongavfall blir gjenvunnet på andre måter enn som fyll- og dekkmasser utenfor deponianlegg. Dette er i samsvar med SSB som har beregnet denne andelen til 68000 tonn for 2013. En usikkerhetsfaktor her kan være et uklart skille mellom hva som inngår i nyttiggjøring (fyllmasser) og materialgjenvinning. Knust betongavfall med egnede tekniske egenskaper for anvendelse til forsterkningslag i veier og plasser eller som drenerende tilbakefyllingsmasser (f. eks. ved at finstoffet er fjernet), regnes som vanlig materialgjenvinning (ubunden bruk). Dette er typiske bruksområder der betongavfall har stort gjenbrukspotensiale men som benyttes i mindre grad. Det konkluderes derfor med at vanlig materialgjenvinning blir lite benyttet i forhold til bruken som nyttiggjøring (tilbakefylling, terrengregulering etc.).

Prosjektet kontaktet også noen av de store riveentreprenørene med hensyn til gjenvinningsgrad. Gjenvinningsgraden oppnådd for betongmasser gjenvunnet på stedet eller i nærområdene, ble opplyst til å ligge mellom 60-80 % i 2014. De rapporterte også at 30-50 % av betongavfallet de genererte ved riving og rehabilitering ble sendt til godkjente mottak. Gjenvinningsgraden for denne andelen er vanskelig å anslå siden gjenvinningsgraden hos forskjellige avfallsmottak og deponier varierte kraftig. Noen av de større virksomhetene rapporterte om gjenvinningsnivåer på under 50 % og dette tyder på at gjenvinningen sannsynligvis er noe mindre i forhold til andelen gjenvunnet direkte på stedet eller i nærområde (60-80 %). Antar vi at andelen som sendes til mottak var på 40 % av totalt generert betongavfall og en gjenvinningsgrad for disse massene på 50-70 % vil total gjenvinningsgrad være 55-75 %.

4.3 Rapportering av mottatt avfall

Det er mange aktører i verdikjeden til behandling og gjenvinning av betongavfall, se Figur 5. Et massemtak (mellomlager) kan fordele betongavfallet videre til gjenvinningsmottak og deponier avhengig av forurensningsgrad. I større rivingsprosjekter er det enkelte ganger hensiktsmessig å plassere et mobilt knuseverk på stedet. Her kan gjenvunnet knust betong enten anvendes til utfyllingsformål på stedet eller til andre bruksområder i nærområdene. Forurensede fraksjoner bringes til deponi og i noen tilfeller til deponi for farlig avfall. Deponier har rapporteringsplikt mens massemtak eller gjenvinningsforetak av rene masser i utgangspunktet ikke har det.

I avfallsplanen og sluttrapporten skal det gis informasjon om disponeringsmåte, det vil si mengde levert til godkjent avfallsmottak eller mengde levert direkte til gjenvinning. Kvaliteten på disse tallene er svært varierende.

Derfor må informasjon om andelen betongavfall som er materialgjenvunnet (andre steder enn deponi) beregnes ut fra tall fra avfallsinnsamlere og innrapporterte tall fra deponier. Den faktiske materialgjenvinningen er derfor krevende å beregne. En forbedring i rapporteringen ville være å tydeliggjøre klassifiseringstermene materialgjenvinning, bruk som fyll- og dekkmasser og deponering angitt i NS 9431.

I bransjeundersøkelsen ble rapporteringsrutinene for deponi bekreftet. Det viste seg også at flere mottak og gjenvinningsanlegg for rene masser rapporterte til Fylkesmannen via Altinn. Undersøkelsen var for liten til å avdekke omfanget og hvorvidt disse dataene eventuelt kan benyttes til å beregne estimater på materialgjenvinning av betongavfall.

5 Gips

Målet med denne aktiviteten var å foreta en enkel vurdering av hvordan mengdene gipsavfall vil utvikle seg i fremtiden, samt muligheter for økt materialgjenvinning.

5.1 Gipsavfall og behandling

Gipsavfall utgjorde ca. 3,7 % av den totale avfallsmengden fra bygg og anlegg i Norge (SSB, 2015a). Totalt mengde gipsavfall generert i 2013 var på 67 300 tonn. Tabell 11 viser hvor denne avfallsmengden er generert i 2013 og Figur 2 viser tall både for 2010 og 2013. Gipsavfallet fra nybygging og renovering har vært relativt konstant i 2010 og 2013 og er beregnet til ca. 96% av den totale mengden gipsavfall generert. Her kan det være grunnlag for å anta at mengde gipsavfall fra riving er for lavt. Samtidig må dette sees i sammenheng med når gipsplater ble tatt i bruk i markedet og når disse bygningene rives.

Tabell 11 Fordeling av gipsavfall fra nybygging, renovering og riving i 2013 (SSB, 2015a)

	Nybygging [tonn]	Renovering [tonn]	Riving [tonn]
Gipsavfall	36 824	28 286	2 220

Tabell 12 viser behandlingsmetode for den samme avfallsmengden.

Tabell 12 Avfallbehandling av gipsavfall i 2013 (SSB, 2015b)

	Avfallsbehandling i alt [tonn]	Levert til materialgjenvinning [tonn]	Energiutnyttelse [tonn]	Deponering [tonn]
Gipsavfall	67 330	47 888	1 472	17 970

Wærner et al. (2012) påpeker at mengden gipsavfall som fanges opp av SSBs statistikk er lavt. Plukkanalyser gjennomført av Hjellnes Consult (Wærner et al., 2014) viser at gipsavfall i stor grad havner i restavfallsbeholderne, og mye av dette kan havne i sorteringsanlegg hvor mye av dette bli knust i sorteringsprosessen. Dette bekreftes også av andre aktører i gjenvinningsbransjen uten at det har vært mulig å kvantifisere dette. Wærner anslår at generert mengde gipsavfall i 2009 kunne være så høyt som 153 813 tonn mot 61 800 tonn i SSBs statistikk. Dette anslaget er gjennom denne undersøkelsen vurdert av forfatteren til å være noe høyt og kan derfor sees på som en yttergrense for generert mengde gipsavfall.

5.2 Gjenvinning og bruk av gipsavfall

5.2.1 Gjenvinning

Den største gjenvinningsaktøren i Norge er Gips Recycling Norge AS, i tillegg til Norsk Gjenvinning. Gips Recycling har etablert en løsning for en landsdekkende innsamling av gipsavfall, basert på utsetting og innhenting av spesielle oppsamlingscontainere og/eller ved mobil knusing. De fleste større avfallsaktører tilbyr løsninger for separat levering av gipsavfall.

Tabell 11 viser hvordan avfallsbehandlingen av gips fordeler seg. En utfordring er at noe av gipsavfallet som havner på deponi, er egnet til materialgjenvinning. Likevel velger aktørene i markedet å levere til deponi, noe som kan skyldes lavere kostnad for deponering kontra levering til materialgjenvinning.

Gjenvinningsanleggene har et potensiale til å ta imot en betydelig større mengde gipsavfall (Gips Recycling 2015). Dette krever dog en investering knyttet til å utvide anleggene, og aktørene anser at en realistisk mengde i løpet av få år er i størrelsesorden 100.000 tonn gipsavfall. Dette forutsettes et stabilt marked for gjenvunnet gips.

5.2.2 Bruk av resirkulert gipsavfall i produksjon av gipsprodukter

I all hovedsak benyttes resirkulert gipspulver i produksjon av gipsprodukter i Norge. Under 1 % av resirkulert gipspulver eksporteres. Norgips og Gyproc er de to store gipsprodusentene her i landet som kan ta imot resirkulert gips. Det er kun en av produsentene som for tiden benytter resirkulert gips i produksjon av gipsproduktene. Derimot er det under etablering et samarbeid for mottak av resirkulert gips også hos den andre produsenten. Det lyktes ikke i prosjektet å verifisere mengden resirkulert gips som vil anvendes i produksjon av gipsprodukter.

Dagens praksis tilsier at det anvendes i størrelsesorden 20 % gjenvunnet gipsavfall ved produksjon av gipsprodukter. På sikt kan det være mulig å øke andelen resirkulert gips i produksjonen. Det stilles da bl.a. krav til renhet av gjenvunnet gipsavfall i tillegg til lønnsomhet. Et optimistisk anslag er at andel gjenvunnet gipsavfall som erstatter natur eller industrigips, kan komme opp i 35 % i løpet av få år.

5.2.3 Gipsavfall benyttet i sementproduksjon

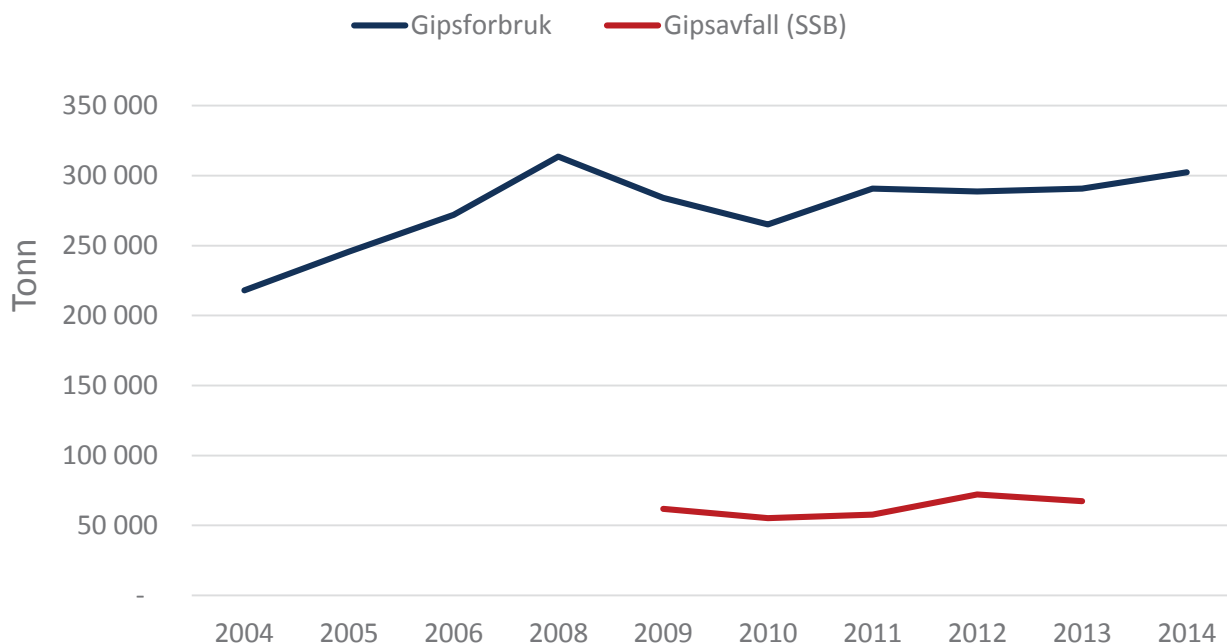
Det er vanlig å benytte gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) i sementproduksjon. Som regel blir denne tilsatt (2-5 %) i sementmøllene under nedmalingen av sementklinkeren (materialet som kommer ut av roterovnen) til ferdig sement. Gipsen tilsettes for å hindre at den ferdige sementen størkner for raskt når den tilsettes vann under støpingen. I Norge produser Norcem sement i Kjøpsvik og i Brevik. Her har de benyttet gipsavfall i produksjonen.

På grunn av tap i sementkvalitet benytter Norcem naturgips i stedet for gipsavfall. De opplever at bruken av gipsavfall gir tap i fasthet i den ferdige betongen og at den påvirker egenskapene til luftinnførende tilsetningsstoffer i betong. Det er rimelig å anta at det er tilsetningsstoffene i gipsen som er årsaken til dette.

Sulfat (SO_4^{2-}) brukt sammen med fluor (F) har en mineraliserende effekt på klinkerdannelsen i roterovnen (brenneprosessen), men gips tilsettes veldig sjelden i råmelet (materialet som mates inn i ovnen) fordi det fører med seg andre negative effekter og at svovel kan tilføres og kontrolleres enkelt ved å bruke pet-coke i brenselet. Det er derfor lite sannsynlig at gipsavfall vil benyttes i norsk sementproduksjon i nær fremtid.

5.3 Framskriving av gipsavfall og gjenvinningspotensial

Figur 6 viser forholdet mellom omsatt¹ mengde gipsprodukter (Byggevareindustrien, 2015) og gipsavfall generert (SSB, 2015). Figuren viser at genereringen av gipsavfall har utgjort ca. 22-24 % av gipsforbruket i den aktuelle perioden.



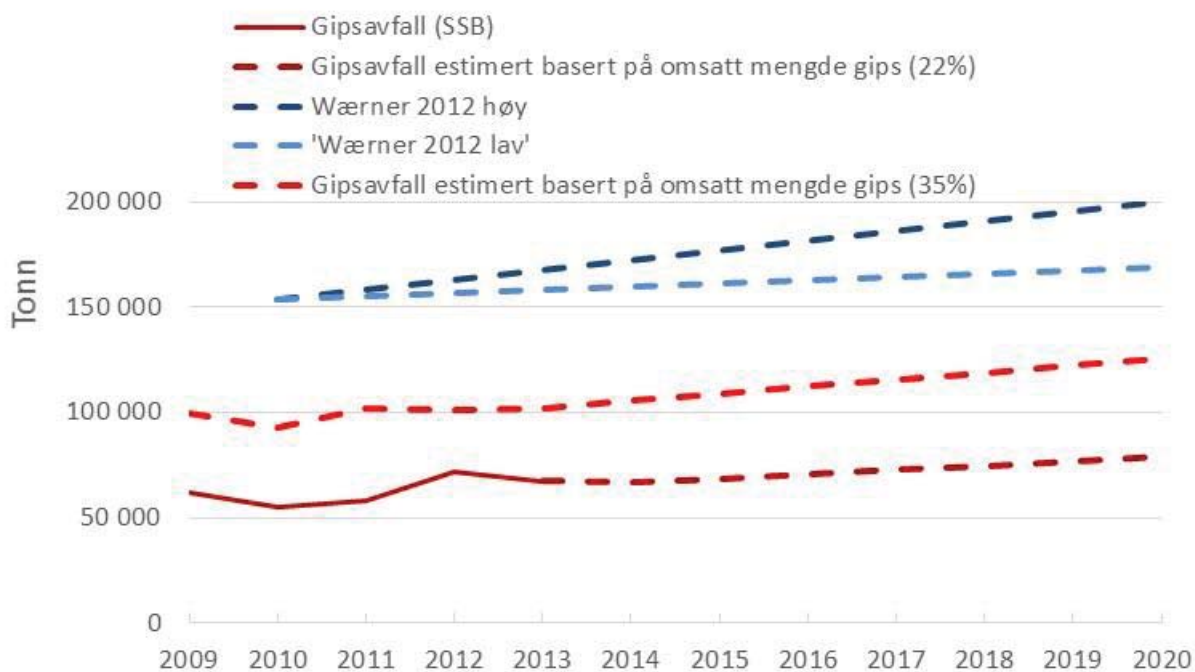
Figur 6 Beregnet gipsforbruk i perioden 2004 – 2014 og generert gipsavfall i perioden 2009-2013. Kilde: Byggevareindustrien.

Siden gipsavfall genereres under bygging, rehabilitering og riving, er det viktig å understreke at det sannsynligvis er liten sammenheng mellom forbruk og avfall med hensyn på rivefasen, da byggene rives etter en viss levetid. Dersom man ser på bygging og reovering, vil det imidlertid være en direkte sammenheng fordi forbruk og avfall skjer på samme tid. Som vist i Figur 2 genereres det

¹ Inkluderer import.

meste av avfallet under bygging og renovering (96%) og en ser dermed en tydelig sammenheng mellom omsatt mengde gipsprodukter og gipsavfall.

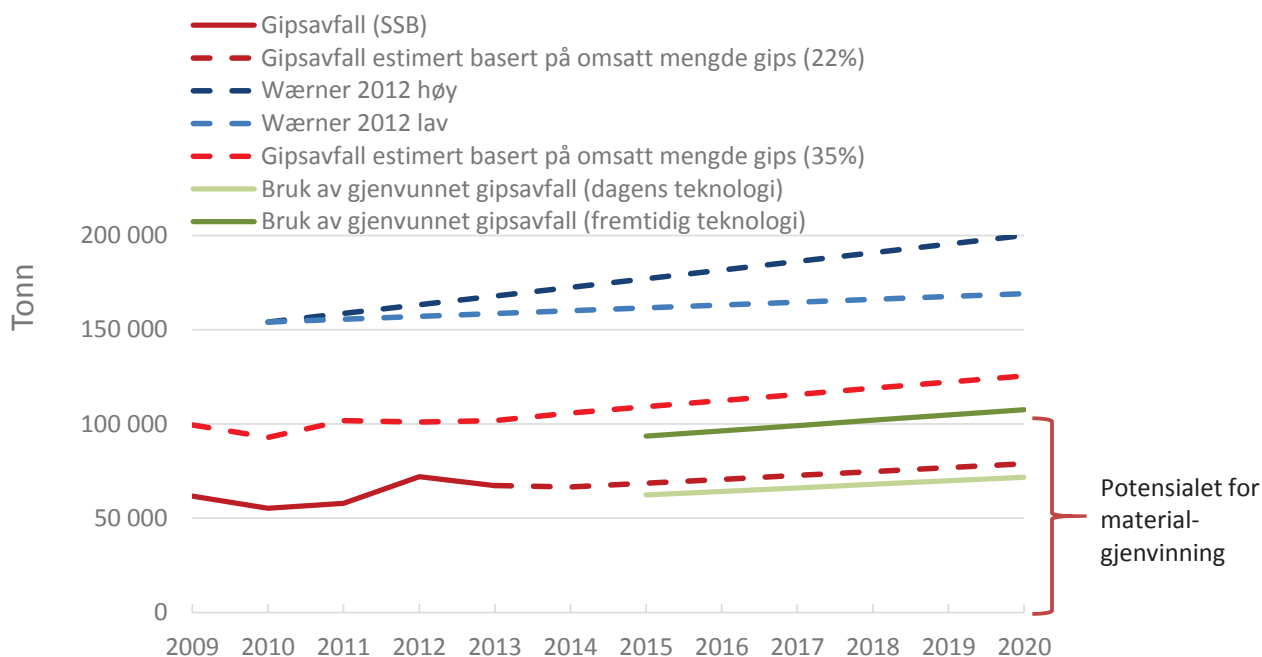
Som grunnlag for å vurdere framtidig mengde gipsavfall er det foretatt framskrivinger basert på ulike tallgrunnlag. Figur 7 viser framskrivinger av gipsavfall basert på en antakelse av sammenheng mellom omsatt mengde gips og avfallsgenerering, se Figur 6. Samtidig har Wærner et al. (2012) foretatt en beregning av gipsavfall for 2020 basert på et estimat ut ifra SSBs tallgrunnlag (Wærner 2012 lav) og et estimat basert på egne beregninger (Wærner 2012 høy). I tillegg er det utarbeidet en framskriving der det tas utgangspunkt i at dagens mengde gipsavfall er ca. 100.000 tonn som igjen utgjør 35% av omsatt mengde gipsprodukter.



Figur 7 Framskriving av gipsavfall.

Det presiseres at Wærners estimater har blitt nedjustert av forfatteren i ettertid.

Figur 8 viser framskrivingene gitt i Figur 7 sett i sammenheng med mulighet for materialgjenvinning og bruk av gjenvunnet gipsavfall i produksjon av nye gipsprodukter. Potensialet for materialgjenvinning av gips er ca. 100.000 tonn. De grønne linjene viser framskriving av mengde gjenvunnet gips brukt i gipsproduksjon med bruk av henholdsvis 20 % og 30 % gjenvunnet gipsavfall.



Figur 8 Framskrivning av gipsavfall og potensialet for bruk av gjenvunnet gipsavfall.

Sett i lys av at mengden gipsavfall kan å være opp mot 100.000 tonn per i dag og at en ser en sammenheng mellom omsatt mengde gips og gipsavfall, vil framskrivningen 'Gipsavfall estimert basert på omsatt mengde gips (35%)' være et rimelig estimat. Det betyr at en i 2020 antas å ha en mengde gipsavfall på ca. 125.000 tonn. Undersøkelsen viser at det rimelig å anta at ca. 100.000 tonn gipsavfall kan materialgjenvinnes i 2020 ved utbygging av gjenvinningsanlegg. Det utgjør ca. 80 % av gipsavfallet i 2020 med disse antakelsene. I tillegg framkommer det at det er mulighet for omsetning av gjenvunnet gipsavfall til bruk i produksjon av nye gipsprodukter, på over 70.000 - 110.000 tonn i 2020.

5.4 Trender

Norsk byggeskikk «krever» gipsplater. Forbruket av gips som byggemateriale, og spesielt i form av gipsplater, forventes å øke framover i takt med tidligere års omsetningsøkning.

Det bygges i stor grad lette stendervegger med gipsplater som gjør at man enkelt kan pusse opp eller bygge om uten store kostnader og inngrep i bærekonstruksjonen. Sykehus, skoler og kontorbygg er eksempler på byggtypen som kontinuerlig skal tilpasses planløsninger etter vekslende behov.

I utgangspunktet kan gipsproduktene stå levetiden ut. Men, hyppig utskifting av leietakere bidrar til ombygging og økt avfallsmengde. For kontorbygg sies det at gjennomsnittlig utleietid er 5-7 år. Da skjer det en ombygging tilsvarende ett års leieinntekt, grunnet nye leietakeres behov for andre løsninger. Modulvegger har som nevnt lang levetid, og er egnet for ombruk, men en ser likevel at krav til tilpasningsdyktighet gir økt gipsavfall ved reovering og ombygging.

Fokus på energieffektivisering vil også påvirke omfanget av renovering og riving i noen grad.

Samtidig som det er et nasjonalt mål å øke gjenvinning av gipsavfall, merker gipsprodusentene et krav fra markedet om miljøriktige byggeprodukter. Dette skjer spesielt gjennom krav som byggherrer stiller i forbindelse med sertifiseringsordningen BREEAM Nor, prosjektet Fremtidens byer, Statsbygg og andre byggherre. Markedet stiller krav både til lavt CO₂-utslipp gjennom levetiden til byggevarene og andel resirkulert materialer i produktene. Dette innebærer i større grad bruk av resirkulert gips i produksjon hos de to store produsentene i framtiden.

Byggevareprodusenter, også gipsprodusenter, ser en økning i etterspørsel etter tilpasset produksjon av byggevarer. Dette innebærer at produktene produseres etter mål og spesialbestilling som igjen reduserer avfallsmengden på byggeplass betydelig.

6 Vindusglass (med og uten forurensninger) – avfallsmengder og behandling

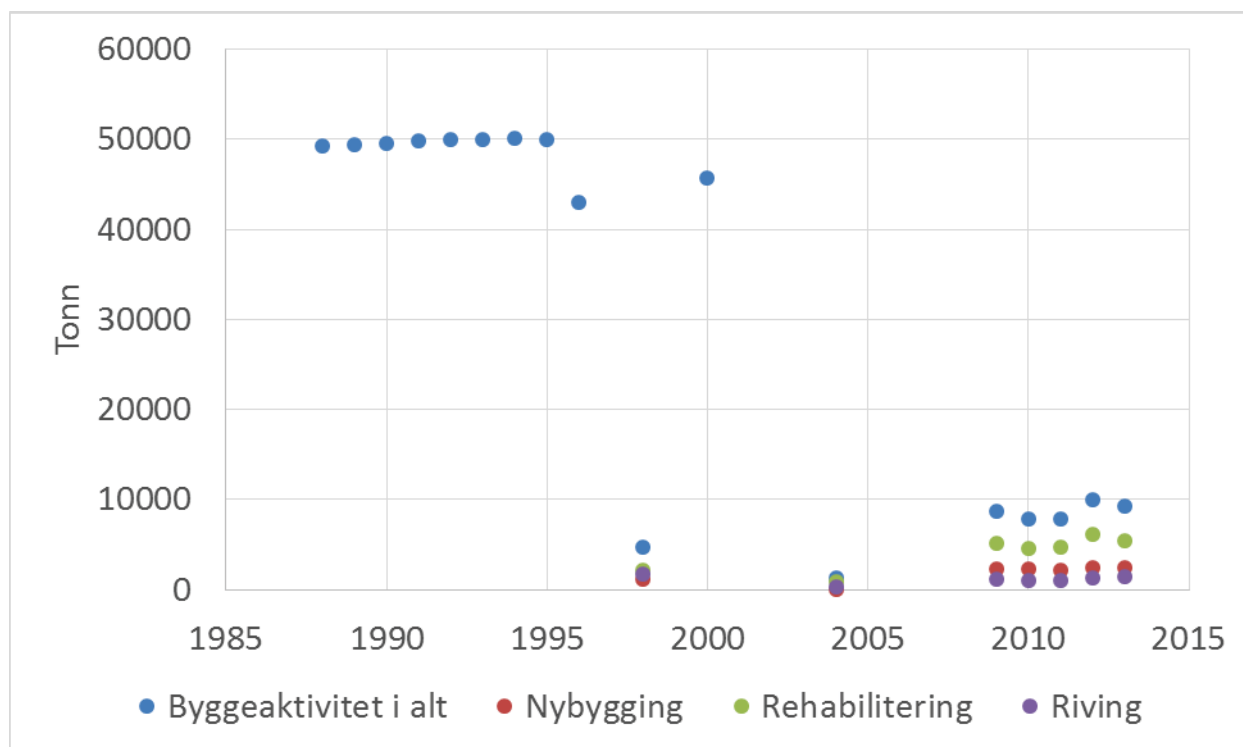
I henhold til dagens statistikk over avfall fra byggeaktivitet ble det generert rett i overkant av 9 000 tonn glassavfall i 2013 (SSB 2015). Om dette tallet representerer den mengden glass som ble fjernet fra norske bygninger i forbindelse med nybygging, rehabilitering og riving i 2013 er høyst tvilsomt, og det vil her presenteres og diskuteres hvorfor. Vindusglass er ikke bare interessant med tanke på hvilke mengder som potensielt kan materialgjenvinnes, men også fordi såkalte isolerglassruter er koblet til komponenter som defineres som farlig avfall. Her presenteres også mengder og behandlingsformer for slike isolerglassruter, med en diskusjon av hvorvidt behandlingen av isolerglassruter sikrer at ingen forurensninger kommer på avveie.

6.1 Mengder glassavfall fra byggeaktivitet

For å finne ut hvor store mengder glass som ender opp som avfall i forbindelse med byggeaktivitet er det tatt kontakt med flere viktige aktører i bransjen og det er innhentet tall og rapporter som kan bidra til å belyse mengdene. Aller først ble det gjort en gjennomgang av hvilke tall for mengde generert glassavfall fra byggeaktivitet som finnes hos Statistisk sentralbyrå.

6.1.1 Mengder glassavfall generert fra byggeaktivitet i statistikk fra SSB

Det finnes statistikk for mengde glassavfall fra byggeaktivitet i flere statistikker hos SSB og resultater fra disse er presentert i Figur 9.



Figur 9 Statistikk over mengde glassavfall fra byggeaktivitet²

Fra figuren kan man se at det frem til år 2000 bare fantes en overordnet oversikt over mengden glassavfall generert i byggenæringen og at denne mellom 1988 og 1995 holdt seg ganske stabil rundt 50 000 tonn. Tallene er noe lavere for 1996 og 2000, med henholdsvis 43 000 og 45 727 tonn. Hvis man observerer grafen nøye, vil man se at de foregående setningene ikke stemmer helt. I 1998 er det nemlig rapportert en mengde glassavfall tilsvarende 4 700 tonn, altså om lag en tiendedel av det som er rapportert i årene før og etter. Disse tallene stammer fra et forprosjekt for rapportering av statistikk for avfall fra bygg- og anleggsvirksomhet. Det finnes også en statistikk for glassavfall for perioden 1993-1998 som rapporterer en mengde glassavfall i 1998 på 43 620 tonn. Denne statistikken over glassavfall gir generelt lavere tall for perioden 1993-1998 enn det som er oppgitt i Skogesal (1997) og SSB (1998), men likevel i samme størrelsesorden. I 2004 er det bare rapportert 1 317 tonn glassavfall fra bygg- og anleggsvirksomhet, mens det i perioden 2009-2013 er små variasjoner med resultater mellom 7 800 og 9 900 tonn (SSB 2015a).

Ut fra tallene kan man mistenke at svaret kommer fra to helt ulike beregningsmetoder, og det viser seg også å stemme. I 1997 publiserte SSB en rapport over hvordan statistikk for papir og glass kan beregnes (Skogesal 1997). I denne rapporten slås det fast at glass i bygninger utgjør den største produktkategorien innen glass. Der er det beregnet en årlig avfallsmengde på mellom 49 247 tonn og 50 139 tonn glassavfall i perioden fra og med 1988 til og med 1995. Denne statistikken er beregnet ved hjelp av estimert byggeaktivitet og varetilførsel 30 år tidligere (1958 – 1965) ut fra en antakelse om levetid på bygningsglass på 30 år.

² Tall for 1988- 1995 fra Skogesal (1997), tall for 1996 fra SSB (1998), tall for 1998 fra SSB (1999), tall for 2000 fra SSB (2003) og tall for 2004 og 2009-2013 fra SSB (2015a).

I en tilsvarende rapport om metoder for statistikk over bygg- og anleggsavfall publisert i 2000 er det beregnet en årlig mengde glassavfall på 4 675 tonn i 1998 (Rønningen 2000). Denne er grunnlaget for hvordan avfallsmengdene fra bygg- og anleggsvirksomhet beregnes i dag, altså er resultatene beregnet ved hjelp av beregninger over ulike aktivitetstyper og gjennomsnittstall for mengde glassavfall per kvadratmeter for hver av aktivitetstypene. Verdiene i Figur 9 for 1998, 2004, og perioden 2009-2013 er beregnet i henhold til denne. Rapporten diskuterer ikke det store avviket for kategorien glassavfall fra tidligere publisert statistikk, og det har heller ikke lyktes å finne annen tekst som spesifikt diskuterer denne kategorien.

I en nylig publisert artikkel om glassavfall på Miljøstatus.no står det: «Tall fra Statistisk sentralbyrå viser at det oppsto 214 000 tonn glassavfall i Norge i 2011. Det tilsvarte rundt to prosent av alt avfallet. Fra 1995 til 2011 var mengdene relativt stabile, med en nedgang fra toppåret 2008 til 2011. Mesteparten av glassavfallet er bygningsglass, mens glassemballasje er den nest største produktgruppen» (Miljødirektoratet 2015). Dette utsagnet står i skarp kontrast til resultatene ovenfor, da en mengde bygningsglass på om lag 9 000 tonn umulig kan være mesteparten av glassavfallet i 2011. Ser vi i avfallsregnskapet for Norge for perioden 1995 til 2011 er mengden glassavfall fra Bygge- og anleggsvirksomhet oppgitt å være fra 54 000 tonn i 1995 til 88 000 tonn i toppåret 2008 (SSB 2015b). I 2012 og 2013 er imidlertid verdiene for glassavfall fra bygge- og anleggsvirksomhet justert til henholdsvis 9 000 og 10 000 tonn, altså i overensstemmelse med statistikken for avfall fra byggeaktivitet.

Wærner et al (2012) har beregnet at mengden glassavfall var ca. 36 000 tonn i 2010 og at dette vil stige til rundt 45 000 tonn i 2020.

Så hva er egentlig riktig? Er det om lag 10 000 tonn glassavfall som genereres fra bygg- og anleggsvirksomhet eller er tallet et sted mellom fem og ti ganger så høyt? Før det gjøres et forsøk på å besvare hvor store mengder glassavfall som potensielt kommer fra bygge- og anleggsvirksomhet, vil det presenteres noen årsaker til at dette kan være vanskelig å tallfeste.

6.1.2 Hvorfor er det vanskelig å finne tall på mengder glass?

Ideelt sett, for å få en helt korrekt mengde glassavfall fra bygge- og anleggsvirksomhet, skulle man ha veid alt glassavfall som oppstår på bygge- og anleggsplasser. Et slikt rapporteringsregime ville imidlertid være umulig å administrere og man har derfor benyttet to ulike retninger. Én retning basert på forventet levetid og produserte mengder fra Skogesal (1997), og en annen retning basert på mengder oppgitt i avfallsplaner og gjennomsnittlige mengder glassavfall per kvadratmeter for ulike byggeaktiviteter (Rønningen, 2000). For den første retningen vil usikkerheten være knyttet til hvorvidt vinduer (og for så vidt også andre typer glass i bygg, så som glassvegger) skiftes ut med 30 års intervaller og hvor stor produksjonen av glass var for 30 år siden. For den andre retningen vil usikkerheten være knyttet til hva som oppgis som glass i avfallsplaner og i hvor stor grad gjennomsnittlige mengder avspeiler virkelige mengder.

I neste delkapittel vil det være en mer utførlig diskusjon av usikkerheter knyttet til levetider og til historisk produksjon av glass. Her, siden det er den andre retningen som danner grunnlag for

dagens statistikk over glassavfall fra bygge- og anleggsaktivitet, vil det diskuteres hvilke usikkerheter som er knyttet til denne.

Et vindu er ikke bare et vindu (ei heller bare en mengde glass)

Vinduer kommer i en rekke utførelser og størrelser med ulike funksjoner. Det gjør at vinduer har forskjellig vekt. Selve glassflaten i vinduet er bare en del av denne vekten og akkurat hvor stor del den er, er avhengig av tykkelsen på glasset og antall lag med glass. Av den grunn er det vanskelig å finne en gjennomsnittlig glassvekt for et gjennomsnittlig vindu. Selv om dette kan virke selvfølgelig, fører det til et åpenbart problem for statistikk over mengde glass fra bygge- og anleggsvirksomhet; nemlig at det kan være vanskelig å vite om mengden glass er oppgitt for vekten av et vindu totalt sett eller bare for glasset i vinduet.

Den mest utbredte typen vinduer er såkalte isolerglassruter, som består av flere lag med glass med luft mellom. Disse kom i produksjon i Norge rundt 1965. Før 1965 var det mest koblete vinduer som ble installert, i tillegg til noen importerte isolerglassruter. Én av årsakene til at man begynte produksjon av isolerglassruter i Norge, var at man hadde funnet en rimeligere fremstillingsmåte med bruk av en tetningslist mellom vinduslagene for å hindre luft- og vanngjennomstrømming. Som fuge og lim benyttet man en masse som inneholdt PCB. Allerede tidlig på 1970-tallet var man klar over at PCB hadde uheldige miljøkonsekvenser. Drammens Glass, en av de store norske vindusprodusentene på den tiden, oppgir i sine årsrapporter fra 1972 og 1973 at de jobbet med prosjekter for å fase ut PCB med mer miljøvennlige materialer. Rundt 1975 lyktes man med å fase ut PCB i norsk vindusproduksjon, mens man antar at det fortsatt ble importert vinduer som kan inneholde PCB frem til ca. 1980. I 2002 ble det etablert en ordning for retur av såkalte PCB-ruter, for å sikre at ikke PCB skulle komme på avveie. Det har ført til et innsamlingsssystem for vinduer som potensielt inneholder PCB, ut fra årstall for produksjon. Slike isolerglassruter har også sitt eget avfallsstoffnummer (7211 – PCB-holdige isolerglassruter) som farlig avfall. Poenget med denne historien er at disse ikke vil havne i glasskategorien i en avfallsplan, men i stedet føres opp under farlig avfall. I neste delkapittel skal vi se nærmere på hvor store mengder det er snakk om.

Det gjelder også en annen kategori vinduer definert som farlig avfall, nemlig «klorparafinholdige isolerglassruter» med avfallsstoffnummer (7158). Disse er definert som norskproduserte isolerglassruter i perioden 1975 – 1990, og utenlandskproduserte i perioden 1980 – 1990, da klorparafiner overtok for PCB som tilsatsstoff. Statistikk for slike ruter skal også presenteres i neste kapittel.

Isolerglassruter produsert etter 1990 kan også inneholde miljøskadelige stoffer, som ftalater eller isocyanater. Disse har ikke et eget avfallsstoffnummer, men ettersom det er avfallsbesitter som plikter å dokumentere at avfall ikke er farlig avfall, vil det ofte være vanskeligere å dokumentere enn å bare deklare dem som farlig avfall. I Forum for miljøkartlegging og -sanering vedtok man i 2012 at alle isolerglassruter uavhengig av produksjonsår skal håndteres som farlig avfall (Wærner 2013). Det betyr at miljøkartleggere som er en del av forumet ikke vil definere noen isolerglassruter i kategorien «Glass» i avfallsplanen, men at alle disse vil sortere under «Farlig avfall». Alle som skriver avfallsplaner er imidlertid ikke medlemmer av Forum for miljøkartlegging og -sanering, så det vil være ulik praksis på hvordan vinduer etter 1990 blir kategorisert. Det samme gjelder på avfallsmottak, der noen mottak sorterer alle isolerglassruter som farlig avfall, mens andre forholder

seg til årstallene gitt for henholdsvis PCB og klorparafiner og sorterer isolerglassruter etter 1990 som ikke-farlig avfall.

Disse to forholdene, både vanskelighetene med å bestemme vekten av glass i et vindu og problemene med å kategorisere vinduer som «Glass» eller «Farlig avfall» skaper usikkerhet rundt mengden oppgitt i statistikken og er knyttet til den første variabelen i ligningen – den som handler om mengder oppgitt i avfallsplan. Den andre variabelen, altså gjennomsnittlig mengde glassavfall per kvadratmeter, er også beheftet med usikkerhet.

Er det glass på alle bygg?

Beregningen av gjennomsnittlig mengde glass per m² er basert på en summering av alle mengder glass i alle de undersøkte avfallsplaner dividert på alle m² i de samme avfallsplaner. Verken i Rønningen (2000) eller i forbindelse med publisering av statistikken for avfall oppgis det varians eller standardavvik i de enkelte gjennomsnittstallene.

Dersom vi ser på Wærners rapport over plukkanalyser av avfall fra restcontainere (Wærner, 2015) er det få av containerne som inneholder glass. De som inneholdt glass, inneholdt riktignok ofte større mengder. Det betyr at variansen var stor. Det er grunn til å anta at det samme gjelder i avfallsplaner, spesielt fordi, som beskrevet ovenfor, mange miljøkartleggere vil kategorisere alle isolerglassruter som «Farlig avfall». Konsekvensen er at gjennomsnittsvekten av glassavfall per kvadratmeter for bygg- og anleggsvirksomhet sannsynligvis rapporteres lavere enn hva den i virkeligheten er.

Etter å ha pekt på usikkerhetene i de to variablene som bestemmer mengden glass i statistikk for bygg- og anleggsvirksomhet, vil det i neste delkapittel skisseres anslag på mengder av glass fra ulike vinduer.

6.1.3 Mengder glass beregnet i prosjektet

For å få innsikt i hvordan de reelle mengdene glassavfall fra bygge- og anleggsvirksomhet er, er det innhentet informasjon fra ulike kilder. Det inkluderer statistikk over farlig avfall innenfor de kategoriene som inneholder isolerglassruter, informasjon fra avfallsmottak og informasjon innhentet fra Riksarkivet. I forrige delkapittel ble det diskutert at ulike vinduer sorteres i ulike kategorier, og det kan være hensiktsmessig å dele vinduer inn i fire forskjellige typer:

1. Koblede vinduer
2. Isolerglassruter med PCB
3. Isolerglassruter med klorparafiner
4. Isolerglassruter produsert etter 1990 (potensielt med ftalater, isocyanater eller andre miljøfarlige stoffer)

I tillegg til slike vinduer vil det være andre kilder til glass, som for eksempel glassvegger. Det finnes imidlertid ikke noen god statistikk over ulike typer glass, og det er i dette prosjektet bare sett på vinduer, selv om det heller ikke finnes spesielt god statistikk for dem.

Produksjons-, import- og eksportstatistikk for glass er preget av stor usikkerhet, hvor det også i beskrivelsen av statistikken er beskrevet at det må være noen tall som har feil størrelsesorden. Det er også vanskelig å si om det er en viss dobbeltregning da en god del vindusprodusenter i Norge importerte glass, satt på ramme og solgte dem som vinduer i tiden før 1980.

Statistikk fra Ruteretur og Norbas

Ruteretur AS (www.rutetur.no) er ansvarlig for å organisere returordning for PCB-holdige isolerglassruter. I 2015 er det Norsk Gjenvinning (NG) som har kontrakt for å ta imot og behandle ruter innen PCB-ordningen. Det produseres statistikk over alle innsamlede ruter i systemet, men denne informasjonen anses som konkurransesensitiv, og det har derfor ikke vært mulig å få tilgang til hele statistikkunderlaget. I anledning nytt anbud er det imidlertid utviklet noen gjennomsnittlige verdier for innsamling av PCB-ruter i systemet basert på tall fra 2012 til og med de ni første månedene av 2015. Disse verdiene (i tonn) er vist i Tabell 13.

Tabell 13 Prognostiserte årlige innsamlede mengder PCB-holdige isolerglassruter i Norge i kilo.

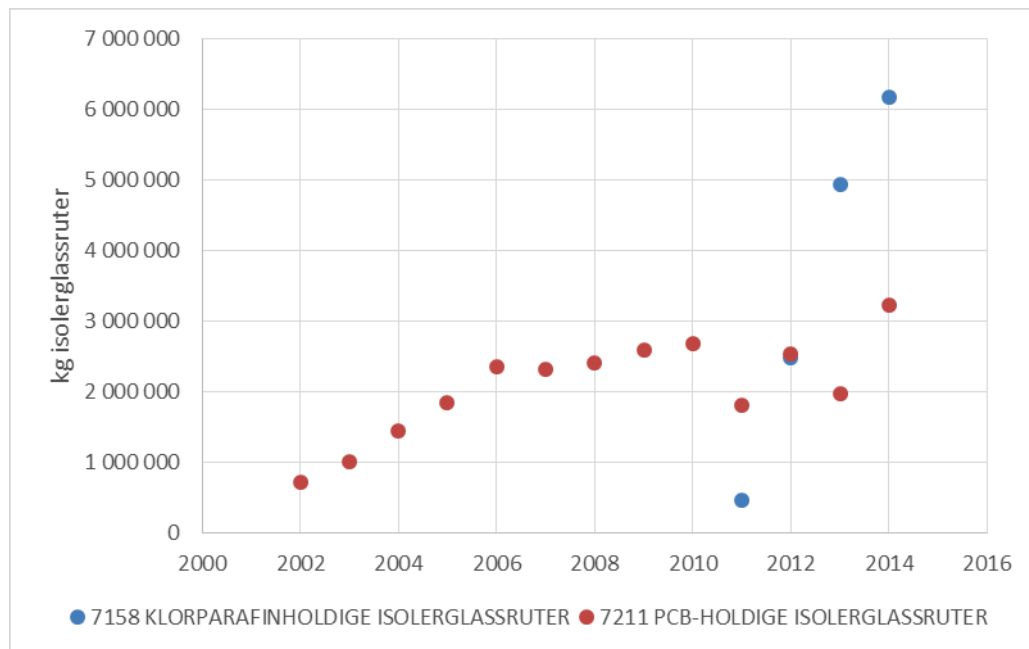
	MMA	Andre kilder	Totalt	Går til
Østlandet	470 880	183 120	654 000	Øra
Sør	106 880	60 120	167 000	Øra
Vest	256 120	80 880	337 000	Ekokem, Sverige
Midt-Norge	215 670	21 330	237 000	Ekokem, Sverige
Nord	81 900	23 100	105 000	Ekokem, Sverige
Totalt	1 131 450	368 550	1 500 000	

Tabellen viser flere forhold. I den nederste raden kan man lese hvor store mengder PCB-holdige isolerglassruter som antas samlet inn totalt. Man får også tallene fordelt på ulike regioner i Norge, og det er i siste kolonne angitt hvor de sendes for behandling. I denne omgang er vi mest interessert i mengden PCB-holdige isolerglassruter, som altså tilsvarer 1 500 tonn. Det er vanskelig å si hvor stor del av den oppgitte mengden som er glass, men i et informasjonsskriv angir Ruteretur vekten av 1 m² rent glass å være 15,1 kg, for 1 m² glass med ramme 23,1 kg, og for 1 m² glass med ramme og karm til 28,1 kg. Dersom det bare er glass i systemet vil det altså være 1 500 tonn glass, mens det i et system med bare glass med ramme og karm vil være 800 tonn glass.

Leser vi i Rutereturs årsrapporter ser vi at det både i 2013 og 2014 ble samlet inn ca. 1 900 tonn med PCB-holdige isolerglassruter, men Ruteretur opplyser om at mengden er på vei ned (jmf. verdiene i tabellen ovenfor). I 2014 ble 1 014 tonn isolerglassruter behandlet hos NG på Øra og 353 tonn ble sendt som materialgjenvunnet glass til Glava og 661 tonn som karmen til AGR i Tyskland for forbrenning. Karmene inneholder også en del glass, men dette, altså en andel på ca. 1/3, angir nok likevel et størrelsesforhold for praktisk mengde gjenvinnbart glass fra PCB-holdige isolerglassruter.

PCB-holdige glassruter skal også deklarerer og ble registrert i Norbas frem til og med 2014 og i www.avfallsdeklarering.no fra og med 2015, som er norske miljøvernmyndigheters system for registrering av farlig avfall og radioaktivt avfall. Denne databasen inneholder en del feilregistreringer, men er likevel et egnet sted for å innhente informasjon om mengden

klorparafinruter. En oversikt over mengdene PCB- og klorparafinholdige isolerglassruter er gitt i Figur 10.



Figur 10 Mengder av isolerglassruter definert som farlig avfall (PCB eller klorparafiner).

Ser vi på de røde prikkene på figuren ser det ikke ut til at mengden PCB-holdige isolerglassruter er på vei ned. Vi ser også at mengden i 2014 er oppgitt til i overkant av 3 000 tonn, altså mer enn 50 % mer enn det er oppgitt innsamlet gjennom Ruteretur. Ser vi på de blå prikkene ser vi at registrering av klorparafinholdige isolerglassruter først startet i 2011, men at det har vært en dramatisk vekst i antall registrerte isolerglassruter. Dette skyldes nok i hovedsak en viss tid for innkjøring av registreringssystemet snarere enn at det er en så stor vekst i antall ruter.

Miljøkartleggere og byggherrer har tatt klorparafinvinduer alvorlig etter 2010. Uansett ser man her at mengden registrerte klorparafinruter var på 6 000 tonn i 2014. Dersom man antar samme vektforhold mellom glass og karm for disse som for PCB-holdige isolerglassruter, vil det si i overkant av 3 000 tonn glass. Det er god grunn til å tro at vekten av hver enkelt klorparafinholdig isolerglassrute er høyere, og at det inneholder en større andel glass, enn en PCB-holdig isolerglassrute, ettersom man i stadig større grad begynte å benytte 3-lags vinduer utover 1980-tallet³ (PCB-Sanering 2011).

Et konservativt estimat vil likevel være at den totale mengden glass i PCB- og klorparafinholdige vinduer tilsvarer ca. 3 800 kg årlig. Det er glassmengder som uansett ikke fanges opp av SSBs statistikk. Det er heller ikke enighet om hvorvidt angitte mengder for PCB- og klorparafinholdige isolerglassruter gjenspeiler den reelle mengden. I et prosjekt 2011 med finansiering fra Oslofjordfondet beregnet selskapet PCB-sanering AS verdier for mengder isolerglassruter, som beskrevet i neste avsnitt.

³ I deres kartlegging fant de en større andel 3-lags isolerglassruter i perioden 1979-1990 og etter år 2000, mens andelen var forholdsvis liten før 1979 og mellom 1990 og 2000.

Statistikk fra PCB-sanering AS

I prosjektet «Kartlegging av farlig avfall fra kasserte isolerruter produsert 1976 – 1990» har PCB-sanering beregnet mengden isolerruter som er installert i denne perioden, hvor mange av dem som inneholder klorparafiner, og også mengder klorparafiner i dem som inneholder dette.

PCB-sanering slår fast at det ikke finnes pålitelig «statistikk om produksjon og import av isolerruter i perioden» (PCB-sanering 2011, s. 11). De har dermed laget en utregning av antall vinduer i perioden basert på et forholdstall mellom byggeareal og glassareal, i likhet med hva Ruteretur hadde gjort for PCB-ruter på et tidligere tidspunkt (Ruteretur 2004). De finner da at det i perioden 1976-1990 ble installert ca. 28 millioner isolerruter med vekt på i overkant av 1,1 millioner tonn (basert på snittvekt på 40 kg inkludert karm). De sier dermed at gjennomsnittet i perioden er på ca 1,88 millioner isolerglassruter installert per år. Dersom vi regner 30 års levetid for ruter skal det altså samles inn 1,88 millioner isolerglassruter årlig, med en samlet glassvekt på ca. 40 tonn. Det er i så fall ti ganger så store mengder som det som er registrert i statistikken fra Norbas.

Denne undersøkelsen fra PCB Sanering peker altså mot langt større mengder isolerglassruter (og glass) enn det man finner i statistikken i dag. PCB Sanering har vært interessert i de vinduene som kan utgjøre et problem med hensyn til farlig avfall og har derfor ikke sett på for eksempel koblede vinduer. Når det gjelder vinduer produsert etter 1990 henviser de til Rutereturs statistikk for bedrifter tilsluttet systemet, hvor det rapporteres et volum rundt 2 millioner isolerglassruter produsert i, eller importert til, Norge.

For å få en pekepinn på hvor mange andre vinduer enn isolerglassruter som potensielt går til avfall er det forsøkt å innhente statistikk fra avfallsmottak.

Statistikk basert på avfallsmottak

Avfallsmottakene fører bare statistikk over isolerglasruter som defineres som farlig avfall (PCB- eller klorparfinvinduer). Det gjennomgående svaret når det gjaldt andre vinduer, var at disse sendes direkte til forbrenning uten noen form for registrering⁴.

Fra Oslo Ren er det mottatt anslag på mengder fordelt på fire kategorier med vinduer. Tallene er delvis basert på registrerte innsamlede mengder og delvis på estimerer forbundet med utvikling av anbud. Fordelingen mellom de fire vindustypene ser slik ut i årene rundt 2015:

1. Vinduer med planglass, utenom isolerglassruter: 59 % av total mengde
2. Vinduer (inkludert isolerglassruter) etter 1990 og Thermopanevinduer: 3 % av total mengde
3. Isolerglassruter (potensielt) med klorparafiner: 30 % av total mengde
4. Isolerglassruter (potensielt) med PCB: 8 % av total mengde

Ut fra disse tallene står isolerglassruter som potensielt inneholder klorparafiner eller PCB for i underkant av 40 % av vinduer som kasseres. Det vil si at mengden vinduer (og glass) som er oppgitt i statistikken til Ruteretur og Norbas, og i undersøkelsen til PCB Sanering, muligens utgjør mindre enn halvparten av den mengden glass som potensielt kan gå til materialgjenvinning. Det er

⁴ En oversikt over personer som er intervjuet eller på annen måte har bidratt med informasjon er gitt i forbindelse med referansene

selsvagt usikkerheter i tallmaterialet fra Oslo Ren, som det også er usikkert om den samme fordelingen av vinduer vil gjelde alle avfallsmottak over hele landet. Andelen hver av strømmene står for vil også endre seg over tid, og det er rimelig å forvente at vindustypene 1 og 4 vil minke og at vindustypene 2 og 3 vil øke tilsvarende i de nærmeste årene.

Ettersom vinduer leveres både fra husholdninger og fra profesjonelle aktører til enten mottak for husholdningsavfall eller mottak for næringsavfall, er det vanskelig å benytte innhentede tall fra Oslo Ren til å lage noen nasjonal statistikk. Som en oppfølging til disse tallene er det derfor innhentet produksjonsvolumer for én bedrift som var sentral i norsk vindusproduksjon før 1980; Drammens glass.

Statistikk basert på produserte mengder (før 1980)

Glass- og fasadeforeningen oppgir at de ikke har noen produksjons-, import- eller eksportstatistikk fra tidligere tider og henviser til de ulike bedriftene. Norsk glass- og vindusproduksjon har sunket drastisk fra 1970 og frem til i dag, og flere sentrale aktører i tidligere produksjon har enten blitt kjøpt opp eller blitt lagt ned. Det er derfor tilnærmet umulig å få produksjonsstatistikk også fra selskapene selv.

På bakgrunn av dette ble det gjort et søk i riksarkivet i forbindelse med et prosjekt Andreas Brekke gjorde for Ruteretur (Brekke, 2014). I riksarkivet finnes en del mapper som er gitt fra Drammens Glass; en av de store glass- og vindusprodusentene i Norge før 1979. Innholdet i mappene var ikke systematisk organisert, men det fantes mapper med både interne og eksterne årsrapporter og også mapper med dokumenter tilknyttet strategiske prosesser i forbindelse med fusjoneringer på midten av 1970-tallet. Tallmateriale fra relevante dokumenter er samlet i en tabell oppgitt i vedlegg 1.

I tabellen er det angitt Drammens Glass' produksjon av henholdsvis vindusglass og isolerglass. De årene de har oppgitt markedsandeler er disse benyttet, ellers er det benyttet markedsandeler som i foregående år. For å dra ut den viktigste informasjonen fra dette arbeidet er det i Tabell 14 gitt en oversikt over det totale antallet kvadratmeter omsatt hvert av årene og hva det tilsvarer i tonn glass. For å gjøre beregningen er det antatt en glasstykkelse på 2 mm, og en egenvekt for glass på 2,5 kg/dm³.

Tabell 14 Totalt glassareal omsatt på det norske markedet fra og med 1965 til og med 1974 basert på informasjon om Drammens Glass

	m ²	tonn
1965	2 381 230	11 906
1966	3 374 606	16 873
1967	3 057 729	15 288
1968	3 525 192	17 625
1969	4 165 223	20 826
1970	3 759 707	18 798
1971	4 083 216	20 416
1972	4 279 000	21 395
1973	5 748 000	28 740
1974	6 068 571	30 342

Som en kan se fra tabellen stiger mengden glass forholdsvis jevnt og trutt fra 1965 til 1974. En av årsakene til dette er at man fant en mer effektiv måte å produsere glassruter på, og også isolerglassruter, som gjorde vinduer billigere og økte etterspørselen. Sammenholder vi disse mengdene med statistikken ser vi at vi må tilbake til før 1965 for å finne tall som er under femsifrede. Det gir nok en indikasjon på at mengden glass som oppgis i statistikken for avfall fra bygge- og anleggsaktivitet nok er lavere enn reell mengde glass som avhendes.

6.1.4 Konklusjoner knyttet til mengde glass som avfall fra bygge- og anleggsaktivitet

Det har ikke lyktes dette prosjektet (heller) å komme opp med den nøyaktige mengden glass fra bygge- og anleggsaktivitet som går til avfallsanlegg. Det har imidlertid lyktes å identifisere flere kilder til unøyaktigheter i denne kategorien:

- Glass som sorteres under farlig avfall kommer ikke inn i kategorien glass i statistikken
- Forum for miljøkartlegging og –sanering har vedtatt at alle isolerglassruter skal defineres som farlig avfall i avfallsplan, hvilket øker mengden farlig avfall på bekostning av blant annet glassavfall
- Tilgjengelige kilder for innsamlede mengder og for produksjon av glass antyder at mengdene glass installert i norske bygg er større enn de som har vært angitt i ofte siterte rapporter (for eksempel Ruteretur, 2004)
- Det kan være vanskelig å skille mellom vekt av vinduer og vekt av glass

Til sammen tilsier disse kildene til unøyaktigheter at det bør gjøres er grundig arbeid for å definere hva formålet er med kategorien «Glass» i statistikk for avfall fra bygge- og anleggsaktivitet. Dersom statistikken skal benyttes til å vurdere mengden som materialgjenvinnes, er det nødvendig med en revisjon. Dette vil også drøftes nærmere i neste delkapittel, som ser på hvordan vinduer behandles i dag og potensielle farer ved dagens behandling.

6.2 Behandling av vinduer

Det ble satt opp en egen innsamlingsordning for vinduer som inneholder PCB i 2002. I 2011 fikk isolerglassruter som inneholder klorparafiner sitt eget avfallsstoffnummer og ble innlemmet under avfall som skal behandles som farlig avfall. Begge disse kategoriene av farlig avfall (PCB og klorparafiner) er definert ut fra isolerglassrutenes produksjonsår. For PCB gjelder dette isolerglassruter produsert mellom 1965 og 1975 i Norge og alle utenlandskproduserte fram til 1980. For klorparafiner gjelder det alle isolerglassruter produsert fra «PCB-perioden» og fram til 1990 (altså fra 1975 for norskproduserte og fra 1980 for utenlandskproduserte). Iht. avfallsforskriften har avfallsbesitter ansvar for å vurdere om avfall er farlig dersom det er mistanke om at det inneholder farlige stoffer (i henhold til dem som er beskrevet i forskriften) Ettersom det også er funnet farlige stoffer i isolerglassruter produsert etter 1990 er det litt ulik praksis på hvordan disse håndteres. I dette delkapitlet gis en gjennomgang av hvordan vinduer behandles i dag og hvilke konsekvenser løsningene har, og kan ha.

6.2.1 Hva er potensielle farlige stoffer i vinduer?

Vindusglass i seg selv inneholder sjelden farlige stoffer (med blyglass som et kjent unntak), men i lim og tetningslister er det ofte benyttet kjemikalier som har uønskede effekter for helse eller miljø og som finnes på listen over farlige stoffer. Det var først ved introduksjonen av isolerglassruter at slike stoffer ble introdusert i vindusproduksjon. Det vil si at de finnes i vinduer produsert etter ca. 1965 i Norge, da det var tidspunktet for de første isolerglassrutene. Masseproduksjon av isolerglassruter ble muliggjort gjennom nye prosessløsninger, og også tilsetning av PCB i fugemasser. PCB hindrer vanngjennomtrengning og gir en god plastisitet til materialer, men har altså mange uønskede effekter i naturen og på mennesker. Etter at PCB ble faset ut gjennom lov i 1979, ble det i mange tilfeller erstattet med klorparafiner frem til ca. 1990, og med andre stoffer i tiden etter dette.

Wormstrand (2012) gikk gjennom en rekke av de fugemasser som i dag benyttes i isolerglassruter og påpekte at disse i seg selv var klassifisert som farlig avfall med stoffer som difenylmetandiisocyanat, mangandioksid, oxidipropyl dibenzoat og natriumhydroksid. Det kan gi grunn til å tro at også isolerglassruter produsert etter 1990 vil få egne norske avfallsstoffnummer etter hvert, slik som isolerglassruter med henholdsvis PCB og klorparafiner har i dag.

Mange undersøkelser av farlige komponenter i isolerglassruter konkluderer med at det bare er noen isolerglassruter innen hvert tidsrom som inneholder de farlige stoffene som er spesifisert for perioden. Likevel har man funnet isolerglassruter fra samme produsent både med og uten farlige stoffer og også høyere konsentrasjoner av et farlig stoff i slutten av en «epoke» enn i starten. Det synes imidlertid som om ftalater overtar for klorparafiner fra ca. 1981 (PCB-Sanering, 2011). I et system som behandler alle isolerglassruter som farlig avfall, vil det være mange ruter som ikke inneholder aktuelle miljøgifter, (som likevel kan inneholde andre), men hvor det er dyrere å ta prøver av hvert enkelt vindu enn å behandle alle som farlig avfall.

6.2.2 Hvordan behandles PCB-rutene i dag?

Ruteretur ble etablert i 2002 som et samarbeid mellom ulike bransjeforeninger knyttet til isolerglassruter. I 2004 ble alle produsenter og importører forpliktet til å være med i ordningen som inntil da hadde vært frivillig (Miljøverndepartementet, 2004) iht. Avfallsforskriftens kapittel 14.

Returordningen for PCB-ruter er satt opp slik at isolerglassruter i Sør- og Øst-Norge sendes til Øra utenfor Fredrikstad. Der skjæres glasset manuelt ut av rammene. Glass og rammer blir således to ulike strømmer, med unntaket av glasset som sitter igjen i rammene etter fjerning. Glasset finknuses og sendes til Glava, mens karm med glassrester går til forbrenning hos AGR i Tyskland ved anlegg som er godkjent for destruksjon av PCB. Glava tillater ikke PCB-forurensninger i glasset de bruker i sin produksjon. Det kan være utfordrende å måle eventuelle konsentrasjoner av PCB eller andre forurensninger i et parti glass, men det er ikke detektert slike i de prøvene som er tatt hos Øra og det jobbes med en prøveprotokoll som skal sikre totalt fravær av forurensninger.

For Vestlandet og Midt- og Nord-Norge blir hele vinduer kjørt til Ekokem i Finland. Her blir isolerglassrutene forbrent på ca. 1300 grader (Loop, 2015), hvor karmene gir energigjenvinning, mens glasset erstatter sand som varmeleder (KL, 2014). I et notat fra Kommunernes Landsforening (2014) i Danmark hevdes det at PCB kan destrueres helt ned til temperaturer mellom 800 og 1100 grader, som er vel innenfor minimumstemperaturen ved en del norske avfallsforbrenningsanlegg. PCB er imidlertid en såkalt POP (Persistent Organic Pollutants eller bestandige organiske forurensninger på norsk), og det er et strengt regelverk for tillatelse til destruksjon av slike. I Danmark har man anbefalt å ikke innføre returordning for PCB-holdige isolerglassruter på grunn av små gjenværende mengder og kostnadene ved å innføre et slikt system (KL, 2014).

6.2.3 Hvordan behandles klorparafinrutene i dag?

Når det gjelder klorparafiner, er det to anlegg i Norge i dag som brenner isolerglassruter som potensielt inneholder klorparafiner. Det skjer på Frevars anlegg på Øra og hos BIR i Bergen (som et prøveprosjekt). Ellers sendes ruter til forbrenning hos Sakab i Sverige (fra Vestlandet og Midt- og Nord-Norge). Tillatte konsentrasjoner for klorparafiner ligger 50 ganger høyere enn tillatte grenser for PCB, og det er nå et forslag om å inkludere kortkjedete klorparafiner på listen over POP-er. Det er ikke det samme som å si at PCB er 50 ganger så farlig som klorparafiner, for det finnes mange ulike stoffer innen hver av samlebetegnelsene PCB og klorparafiner og disse stoffene har forskjellige påvirkninger på helse og miljø. Det spiller også stor rolle hvorvidt utslipp skjer til luft, vann eller jord for hvilke sprednings- og opptaksmekanismer som finner sted.

BIR søkte om tillatelse til et prøveprosjekt med forbrenning av klorparafinholdige isolerglassruter i 2012 og fikk tillatelse i mai 2014 til prosjekt frem til 31.12.2015 (Fylkesmannen i Hordaland, 2014). Tillatelsen ble gitt mot at det skulle gjøres testmålinger av utslipp fra aktuelle avfallstyper, hvorav isolerglassruter med klorparafiner var en av disse. I en rapport fra testmålinger beskrives konsentrasjoner av klorparafiner fra pipe, vann fra røykgassrensing og slagg (BIR Avfallsenergi, 2015). Testene er utført med innblanding av klorparafinvinduer i vanlig avfall. Et av funnene er at det både finnes konsentrasjoner av klorparafiner i det ordinære avfallet og at det ikke finnes

klorparafiner i alle vinduer som er klassifisert som slike. Det gjør beregninger av destruksjonseffektivitet usikre, men konsentrasjonene av kort- og mellomkjedete klorparafiner var langt under tillatt grense (uttrykt som mengde hydrogenklorid) og i mange tilfeller under deteksjonsgrensene. I rapporten fra BIR beskrives det også litteraturkilder som beskriver at destruksjon av klorparafiner begynner ved 200 grader (og ftalater ved 250 grader). I henhold til de tekniske retningslinjene tilknyttet Baselkonvensjonen (for håndtering og behandling av farlig avfall) skal alt klorholdig avfall forbrennes ved minst 850 grader, og dersom innholdet er over en prosent skal det også behandles over 1100 grader i minst to sekunder.

Det konkluderes i BIRs rapport også med at vinduer gjerne bør knuses med hullaster før vinduene tippes i avfallsbunkersen ved forbrenningsovnen.

På Bingsa utenfor Ålesund ble det i 2012 søkt om tillatelse til å kverne klorparafinholdige isolerglassruter før transport til Sakab, for å senke transportkostnader ved å unngå å transportere vinduene stående i stativ. Tillatelse ble gitt i oktober 2014 for en prøveperiode på ett år (Fylkesmannen i Møre og Romsdal, 2014). Etter inspeksjon i september 2015 ble tillatelsen stanset på grunn av vesentlige mangler i forhold til hva tillatelsen inneholdt (Fylkesmannen i Møre og Romsdal, 2015). Blant annet ble glasset knust ved å slippe vinduene ned fra kran, slik at man ikke kunne sikre at 1-2 cm av glasset ble sittende igjen i rammen. Det ble også påpekt at andre isolerglassruter (utenfor PCB-ruteordningen) ble behandlet på samme måte og at tillatelsen bare gjaldt klorparafinvinduer. I et avisintervju sier selskapet at de må sjekke om det er økonomisk forsvarlig å fortsette behandling av rutene dersom de må skjærs ut (Sunnmørsposten, 2015).

Ved Remiks miljøpark i Tromsø ble det i regi av Avfall Norge gjennomført et prøveprosjekt med klorparafinholdige isolerglassruter, som ligner litt på det Bingsa søkte om tillatelse for. Her ble glasset tatt ut av rammene før rammer, fuger og de ytterste delene av glassene ble sendt til håndtering som farlig avfall og glasset til materialgjenvinning. Prosjektet konkluderte med at slik lokal håndtering av klorparafinvinduer kan øke materialgjenvinning av glass og gjøre transporten av det farlige avfallet mer effektiv, men at det samtidig kreves opplæring og verneutstyr og at det er økt risiko for spredning av miljøgifter (Avfall Norge, 2014). Det konkluderes også med at økt lokal behandling av vinduer med knusing av rammer og bedre transportøkonomi vil gi lavere insentiv til gjenvinning av glass, ettersom fjerning av glass fra ramme er en kostbar prosess. Det er ikke i prosjektet beskrevet hvor gjenvunnet glass sendes eller kostnaden forbundet med dette.

Det kan være stor forskjell på pris på levering av PCB- og klorparafinholdige isolerglassruter, med mer enn dobbel pris for klorparafinholdige sammenlignet med PCB-holdige (FIAS, 2015a og 2015b). I den første av de to prislistene fra forrige referanse ser man også at prisen på PCB- holdige isolerglassruter oppgis per kvadratmeter med et tillegg dersom ruten er sprukket eller knust, mens den for klorparafinholdige isolerglassruter oppgis per tonn uten noen opplysninger om hva som skjer ved knust rute. Det kan være et insentiv for avfallsbesittere til å separere glass og karm på klorparafinholdige ruter for å begrense vekten på det som leveres til avfallshåndtering, og dermed øke muligheten for lekkasje av miljøgifter til naturen.

6.2.4 Hvordan behandles andre isolerglassruter i dag?

Andre isolerglassruter er isolerglassruter som i utgangspunktet ikke er definert som farlig avfall, hvilket vil si at de er produsert etter 1990. Slike vinduer kan inneholde andre miljøgifter enn PCB eller klorparafiner som beskrevet i kapittel 6.2.1. Svaret fra avfallsmottak er at vinduer i all hovedsak sendes til forbrenning. Det er ikke innhentet opplysninger fra så mange mottak, men alle mottak som har besvart har sagt at de ikke fjerner glass før forbrenning. Her vil det være viktig å presisere at mange steder vil isolerglassruter produsert etter 1990 sorteres som farlig avfall da *Forum for miljøkartlegging og sanering* har innført en rutine at alle isolerglassruter skal deklarerer som farlig avfall. Hvorvidt det da er noen isolerglassruter igjen vil variere med hvordan ikke allerede deklarererte isolerglassruter behandles på mottak.

Mange isolerglassruter produsert etter 1990 vil altså behandles likt som klorparafinholdige isolerglassruter, når de er deklarerert som farlig avfall. Da vil de følge samme håndtering og behandling som klorparafinvinduer, hvor altså mesteparten av glasset materialgjenvinnes på Øst- og Sørlandet og karmen forbrennes, mens hele vinduer forbrennes fra Vestlandet og Midt- og Nord-Norge. I eksempelet fra Bingsa så vi imidlertid at Fylkesmannen ikke tillot lik håndtering av andre isolerglassruter som for klorparafinvinduer og at dette styres av den individuelle tillatelsen.

6.2.5 Hvordan behandles andre vinduer i dag?

Koblede og enkle vinduer blir også stort sett sendt til forbrenning i henhold til kommunikasjon med mottakene. Det har ikke vært mulig å utrede hvor store mengder det er snakk om (jmf. kapittel 6.1) og hvor mye glass som dermed ikke går til materialgjenvinning. En viss mengde glass har en positiv effekt på forbrenningsover, men ved store mengder blir det et problem med mengden slagg som produseres (personlig kommunikasjon Haugen) .

6.2.6 Gjenvinning av glass

Glava mottar ca. 7 000 tonn glassavfall i året, inkludert glass fra klorparafinvinduer og avkapp fra glassproduksjon. Det totale behovet er ca. 20 000 tonn i Askim og Stjørdal og mesteparten av gjenvunnet råmateriale kommer i Askim. Det er logistisk vanskelig å få inn større mengder av glass om ikke vindusstrømmene finansieres også på annen måte, som gjennom PCB-retursystemet eller håndtering som farlig avfall.

Smelteovnene hos Glava har en temperatur på ca. 1 300 grader, men det er likevel viktig å presisere at disse ikke skal brukes til destruksjon av farlig avfall og at mottaket av glass ikke har med behandling av farlig avfall å gjøre. Snarere er det et eksplisitt krav at det ikke skal være forurensninger i glasset når det kommer til Glava.

6.2.7 Konklusjoner knyttet til behandling av ulike typer vinduer

Hvordan vinduer skal behandles er en avveining av kostnadene ved å sikre at alle vinduer som potensielt inneholder farlige stoffer behandles riktig mot kostnadene ved å behandle mange vinduer uten farlige stoffer på samme måte.

Både klorparafiner⁵ og ftalater finnes på den norske prioritetslisten, i tillegg til PCB (Miljøstatus, 2015). De er således å betrakte som særlig farlige for helse og miljø. Dette er en god grunn til å behandle isolerglassruter som farlig avfall og sikre at karmen forbrennes og at glasset fjernes på forsvarlig måte. Andre kilder peker på at klorparafiner og ftalater brytes ned ved forholdsvis lave temperaturer og at det dermed ikke bør medføre noe miljøproblem å behandle dem i ordinære forbrenningsanlegg. Det ligger utenfor oppdraget å konkludere mht. denne problemstillingen.

For å øke materialgjenvinningen av glass behøves en kontrollert fjerning av glasset i vinduer, noe som er for kostbart i et system som ikke finansieres også via andre kanaler enn råvareprisen. Spørsmålet i så henseende er hvem som skal betale. Flere rapporter har konkludert med at kostnadene ved å utvide PCB-ordningen til å også innbefatte isolerglassruter med andre farlige komponenter vil være alt for høy for vindusprodusenter og –importører (se f.eks. Wormstrand, 2012). Ønsker man å sikre større gjenvinning av glass, må derfor andre virkemidler tas i bruk. I et nylig publisert notat om håndtering av farlig avfall og gjenvinnbare fraksjoner skisserer Norsk forening for farlig avfall (NFFA) fire alternativer for avfallsbesitter/avfallsmottak:

1. Alt avfall behandles som om det er farlig
2. Miljøkartlegging av avfallsfraksjonen
3. Dekomponering av avfallsfraksjonen
4. Nekte å ta imot avfallsfraksjonen

NFFA tar til orde for at alternativ 3 vil være det gunstigste for å sikre både forsvarlig behandling av avfallet og mest mulig gjenvinning (NFFA, 2016).

Når det gjelder gjenvinning av glass har den europeiske bransjeforeningen for planglassprodusenter, Glass for Europe, laget et innspill til EU om hvordan øke gjenvinning av glass (Glass for Europe, 2013). De hevder at nesten ikke noe glass gjenvinnes fra bygningsavfall, men at mesteparten ville kunne inngå i produksjon av nytt planglass uten store tekniske hindringer. Videre påpeker de at det er et problem at glass har en såpass liten vektandel når målene for materialgjenvinning er satt for bygg- og anleggsavfall totalt. En løsning kan være at gjenvinningsgrader spesifiseres på ulike materialkategorier. Dersom dette ikke er tilstrekkelig for å få systemet til å rulle, kan det være behov for påbud om innsamling og sortering av planglass og ikke minst forbud mot deponi. Likevel sier de at det viktigste første trinnet er å gjøre en grundig analyse av mengder og behandlingspraksis i de ulike landene i EU.

Det later til å være en risiko for feilbehandling av vinduer fordi det finnes mange ulike avfallskategorier for isolerglassruter, og det kreves god kompetanse for å kunne skille mellom de ulike. I prosjektet har det ikke vært avdekket at vinduer går direkte til deponi, selv om det hos

⁵ Kortkjedete klorparafiner er også foreslått å inngå på listen over POP-er

Bingsa Næring ble sendt glass til deponi. Det er heller ikke avdekket noen form for ureglementert praksis, men det er lite trolig at noen aktører vil svare at de driver uforsvarlig eller ulovlig praksis. Ettersom det i liten grad benyttes egne glasscontainere til rivingsprosjekter er det meget mulig at det finnes vinduer som sorteres feil eller som havner i restavfallet, men dette vil kreve en egen undersøkelse.

7 Konklusjon

Dagens byggavfallsstatistikk baseres på arealet som tiltaket omfatter og en avfallsfaktor beregnet ut fra sluttrapporter fra de forskjellige tiltakene. En slik tilnærming virker fornuftig siden det er vanskelig å basere byggavfallsstatistikk på absolutte målte mengder fordi byggavfall genereres i veldig forskjellige mengder per tiltak. Slik som statistikken beregnes i dag vil følsomheten for endringer i avfallsfaktoren være høyest for nybygging siden avfallsfaktoren er lav og det nybygde arealet er høyt. For aktivitetstypen riving vil endringer i det beregnede arealet gi høyest utslag siden avfallsfaktoren er høy og rivearealet er lite.

For bygningstiltak finnes det delstrømmer av betongavfall som sannsynligvis faller utenfor statistikken. Dette er typisk forbundet med mindre rehabiliteringsprosjekter som ville påvirket både avfallsfaktor og rehabiliteringsareal. Et eksempel viste at rehabilitering av baderom kan påvirke statistikken et sted mellom 20-50 000 tonn betongavfall årlig. Forbedringstiltak for statistikken vil derfor være å lage løsninger som kan registrere slike avfallsdelstrømmer og hvordan slike data kan innhentes.

Betongavfallet som i dag registreres fra anleggstiltak er sannsynligvis for lite. Store virksomheter som Statens Vegvesen, Jernbaneverket og NVE har systemer som registrerer blant annet betongavfall og en inkludering av disse tallene i byggavfallsstatistikken vil være enkelt. Siden anleggstiltak er vesentlig forskjellige fra bygningstiltak i antall, areal og mengde, vil det i utgangspunktet være bedre med en metode som baserer seg på absolutte mengder i stedet for faktormetoden. Her vil det være en direkte sammenheng mellom økende rapportering av betongavfall fra anleggstiltak og total mengde beregnet anleggsavfall.

De største bruksområdene er nyttiggjøringsformål som anleggsveier, mindre veier, tilbakefylling, utfylling og tildekning både på og utenfor deponier. Den største andelen nyttiggjøring finner sted utenfor deponiene. Armert betong blir knust og armeringsjernet blir fjernet. Betongavfall fra bygg- og anleggsvirksomhet blir i dag ikke brukt i ny betongproduksjon ved å produsere resirkulert tilslag. Tilbakemeldingene fra gjenvinningsbransjen viser at det er vanskelig å produsere resirkulert tilslag kostnadseffektivt i forhold til naturlig tilslag der det stilles strengere krav til å dokumentere kvaliteten. Betongavfall gjenvunnet til bruk i forsterknings- og bærelag i større veiprosjekter gjøres i relativt liten grad. Selv om mange tidligere fullskalaprosjekter viser at resirkulert tilslag er teknisk egnet, er det vanskelig å få innpass i markedet vanskelig der det er god tilgang på jomfruelige materialer. Total gjenvinningsgrad for betongavfall beregnet ut fra SSB sin statistikk var 79-84% i perioden 2011-2013. Basert på tilbakemeldinger fra bransjen ble det grovt beregnet en gjenvinningsgrad på 55-75% for 2014. I begge estimatene utgjør materialgjenvinning ved nyttiggjøring den største andelen.

Det er grunn til å anta at noe gipsavfall faller utenfor statistikken. Det har ikke lyktes prosjektet å kvantifisere dette. Men, basert på tidligere studier og tilbakemeldinger fra aktører i bransjen, er det antatt at mengden gipsavfall kan ligge i størrelsesorden 100.000 tonn årlig. Med utgangspunkt i omsatt mengde gips og er det foretatt en framskrivning av gipsavfallet. En slik framskrivning vil tilsi en mengde gipsavfall på ca. 125.000 tonn i 2020. Den største gjenvinningsaktøren mener det er rimelig å anta at ca. 100.000 tonn gipsavfall kan materialgjenvinnes i 2020 under gitte forutsetninger. Denne mengden utgjør ca. 80 % av det framskrevne gipsavfallet med disse

antakelsene. I tillegg viser studien at det er mulighet for omsetning av gjenvunnet gipsavfall til bruk i produksjon av nye gipsprodukter, i størrelsesorden 70.000-110.000 tonn i 2020. Det stilles her spesielle kvalitetskrav til renhet på gjenvunnet gipspulver for at dette skal kunne oppnås.

Det har ikke lyktes prosjektet å komme med et godt anslag på akkurat hvor mye glassavfall som genereres fra bygge- og anleggsvirksomhet, men det er avdekket at kategorien «Glass» i statistikken for avfall fra bygge- og anleggsvirksomhet ikke gjenspeiler de avfallsstrømmene som inneholder glass. Alt glass fra isolerglassruter (vinduer med flere lag glass med luft mellom) som defineres som farlig avfall blir ikke fanget opp av statistikken, samtidig som det er dette glasset som i størst grad går til gjenvinning i dag. Det er derfor fare for at statistikken beregner glassmengde ut fra ikke-farlig avfall, mens gjenvunnet mengde blir beregnet fra glass fra farlig avfall.

Det har ikke lyktes prosjektet å komme med et godt anslag på akkurat hvor mye glassavfall som genereres fra bygge- og anleggsvirksomhet, men det er avdekket at kategorien «Glass» i statistikken for avfall fra bygge- og anleggsvirksomhet ikke gjenspeiler de avfallsstrømmene som inneholder glass. Alt glass fra isolerglassruter (vinduer med flere lag glass med luft mellom) som defineres som farlig avfall blir ikke fanget opp av statistikken, samtidig som det er dette glasset som i størst grad går til gjenvinning i dag. Det betyr at man enten bør være tydeligere i å definere kategorien «Glass» og hva som inngår i denne eller at den ikke bør inngå i statistikken i det hele tatt. Slik det er i dag, vil i hvert fall ikke denne kategorien si noe om mengden glass som potensielt kan gjenvinnes eller hvilke andeler som gjenvinnes i dag.

De isolerglassrutene som defineres som farlig avfall, enten som PCB- eller klorparafin-holdige, behandles stort sett forsvarlig innen dagens system, selv om forsøk på å redusere transportkostnader kan føre til risiko for spredning av miljøgifter. Det er større usikkerhet knyttet til nyere isolerglassruter, da ulik praksis hos miljøkartleggere eller hos avfallsmottak kan føre til at isolerglassruter som inneholder miljøgifter behandles uforsvarlig. Prosjektet har ikke avdekket ulovlig praksis, som nedknusing av vinduer for å unngå håndteringskostnad, men det er lite trolig at noen aktører ville flagge slik praksis. Ser man på statistikken for registrerte vinduer med klorparafiner er den fortsatt i så stor økning at det er vanskelig å fastslå om det er mange vinduer som håndteres utenfor systemet for farlig avfall.

Enhetlig praksis for alle isolerglassruter utenfor PCB-perioden vil gjøre det enklere for avfallsmottak og andre aktører å forholde seg til hvordan rutene skal håndteres, men vil også kunne føre til uønskede økte kostnader. Samtidig vil det gi økt materialgjenvinning av glass. En mer detaljert og inngående analyse av transport og behandlingskostnader på den ene siden og gevinster på den andre, vil kunne gi et bedre svar på hvorvidt man burde ha flere behandlingsanlegg for vinduer og hvor disse eventuelt burde plasseres.

8 Referanser

Avfall Norge (2014). *Behandling av isolerglassruter på kommunale mottak*, Forfattet av: Skogvold, S. og Ytterås, E.K, Avfall Norge Rapport 8-2014, Tilgjengelig på:

<http://www.avfallnorge.no/pop.cfm?FuseAction=Doc&pAction=View&pDocumentId=60393>

Avfall Norge (2012). Veileder for håndtering av avfall som inneholder gips. Rapport 3/2012.

BIR Avfallsenergi (2015). *Resultater fra testing av nye avfallstyper hos BIR Avfallsenergi AS*, Tilgjengelig på: <http://bir.no/biravfallsbehandling/Documents/Rapport%20m%C3%A5linger.pdf>

Brekke, Andreas (2014). *Gjenværende PCB-holdige ruter i Norge*, Rapport til Ruteretur, Ruteretur: Oslo.

Engelsen, C.J. (2015), Resirkulert tilslag av betong og tegl. SINTEF Byggforsk Anvisning 572.111, Oslo.

Engelsen, C.J., Justnes, H. (2014), CO₂-binding by concrete. Summary of the state of the art and an assessment of the total binding in by carbonation in the Norwegian concrete stock, Sintef Byggforsk, SINTEF report SBF2014A0019, Oslo.

FIAS (2015a). *Prisliste Eid behandlingsanlegg*, Tilgjengelig på:

http://www.fias.no/images/stories/Prislister/Prisliste_Eid_1.1.2015.pdf

FIAS (2015b). *Prisliste Næring*, Tilgjengelig på:

http://www.fias.no/images/stories/Prislister/Prisliste_N%C3%A6ring_GS_1.4.2015.pdf

Fylkesmannen i Hordaland (2014). *Tillatelse etter forurensingsloven for BIR Avfallsenergi AS*, Tilgjengelig på:

<http://www.bir.no/PublishingImages/Tillatelse%20etter%20forurensningsloven%20for%20BIR%20Avfallsenergi%20AS.pdf>

Fylkesmannen i Møre og Romsdal (2015). *Inspeksjonsrapport og varsel om stans i behandling av farlig avfall – Bingsa Næring*, Tilgjengelig på:

<https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMMR/Inspeksjonsrapport.pdf?epslanguage=nn>

Fylkesmannen i Møre og Romsdal (2014). *Tillatelse etter forurensingsloven til behandling av farlig avfall for Ålesund kommune ved Bingsa Næring*, Tillatelse nummer 2014.413.T, Tilgjengelig på:

<https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMMR/Bingsa%20N%C3%A6ring%20-%20tillatelse%20til%20behandling%20av%20farlig%20avfall.pdf>

Glass for Europe (2013). *Recycling of end-of-life building glass – Glass for Europe's contribution*, Tilgjengelig på: <http://www.glassforeurope.com/en/about/index.php>

Golder Associates (2014). *Norsk Gjenvinning – Søknad om etablering av behandlingsanlegg for vinduer med farlig avfall*, Rapportnummer 13509190177-1rev, Tilgjengelig på: <http://www.miljodirektoratet.no/Global/dokumenter/horinger/horing2013-3445.pdf>

Hjellnes Consult (2013). *Plukkanalyser av restavfallskontainere fra byggeplasser, Innspill til NHP-nettverket*, Arbeidsgruppen for materialgjenvinning.

KL (2014). *Afrapportering av projekt om erfaringer med den norske model for producentansvar på termoruder*, Notat til Miljøstyrelsen i Danmark, Tilgjengelig på: <http://mst.dk/media/130761/afrapportering-af-projekt-om-erfaringer-med-den-norske-model-for-producentansvar-paa-termoruder-2.pdf>

LOOP (2015). *Gjenvinning av PCB-holdige isolerglassruter*, Tilgjengelig på: <http://loop.no/faktaartikler-posts/pcb-holdige-isolerglassruter/> (besøkt 7.12.2015)

Miljødirektoratet (2015). *Glassavfall*, Tilgjengelig på: <http://www.miljostatus.no/Tema/Avfall/Avfall-og-gjenvinning/Avfallstyper/Glassavfall/> (publisert 4.12.2015)

Miljøstatus (2015). *Prioritetslisten*, Tilgjengelig på: <http://www.miljostatus.no/prioritetslisten>

Miljøverndepartementet (2004) *Ny lovmessig plikt til innsamling og behandling av isolerglassruter med PCB*, pressemelding 14.04.2004

NFFA (2016). *Forsvarlig håndtering av farlig avfall og gjenvinnbare fraksjoner*, Notat farlig avfall, 14.01.2016, Tønsberg: NFFA

PCB-Sanering (2011). *Kartlegging av farlig avfall fra kasserte isolerruter produsert 1976 – 1990: Sammenfatning av undersøkelse gjennomført av PCB Sanering AS med støtte fra Oslofjordfondet*, PCB Sanering: Sætre

Ruteretur (2004). *Kartlegging PCB-holdige vinduer: Opprinnelige og gjenværende mengder*, Tilgjengelig på: <http://www.ruteretur.no/File/Rapport-Kartlegging-av-PCB-holdige-vinduer.pdf>

Rønningen, O. (2000), *Bygg og anleggsavfall. Avfall fra nybygg, rehabilitering og riving. Resultater og metoder*. Rapporter 2000/8, Statistisk sentralbyrå, Oslo/Kongsvinger.

Skogesal, O. (1997). *Avfallsregnskap for Norge – prinsipper og metoder: Resultater for papir og glass*, Rapporter 97/12, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger.

Skullerud, H., Eika, T. (2012): *Framskrivning av ordinært avfall 2011*,

SSB (1998). *Avfallsregnskap for glass, 1996: Over 120 000 tonn glassavfall*, Ukens statistikk nr. 15-16 1998, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger

SSB (1999). *Avfall fra byggeaktivitet, 1998*, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger

SSB (2000). *Avfallsregnskap for glass 1993-1998*, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger

SSB (2001). *Avfallsregnskap for betong og tegl 1999*, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger

SSB (2003). *Norges offisielle statistikk 1993-2000*, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger

SSB (2015). Avfallsfaktorer benyttet for 2013 statistikken, personlig meddelelse 13.11.2015.

SSB (2015a). *Avfall fra byggeaktivitet - Tabell: 09247: Genererte mengder avfall fra nybygging, rehabilitering og riving (tonn), etter materialtype*, Publisert 9. juni 2015, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger

SSB (2015b). *Avfall fra byggeaktivitet - Tabell: 09781: Behandling av avfall fra nybygging, rehabilitering og riving, etter materialtype*, Publisert 9. juni 2015, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger

SSB (2015c). *Avfallsregnskapet - Tabell: 05282: Avfallsregnskap for Norge, etter kilde og materialtype (1 000 tonn)*, Statistisk sentralbyrå: Oslo/Kongsvinger

Sunnmørsposten (2015). *Er redd gift har lekket ned i grunnen på Bingsa*, Sunnmørsposten 19.10.2015, Tilgjengelig på: <http://www.smp.no/nyheter/alesundogomland/2015/10/19/Er-redd-gift-har-lekket-ned-i-grunnen-på-Bingsa-11701822.ece>

Wærner, E. (2015). *Plukkanalyser av restavfallskontainere fra byggeplasser – innspill til NHP-nettverket*, Rapport nr. 20140205, Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall – Arbeidsgruppen for materialgjenvinning: Oslo.

Wærner, E. R., Gundersen, T., Slåtsveen, M.-A., (2012), *Økt materialgjenvinning av byggavfall*, Rapport nr. 2011\114078-1, Hjellnes Consult, Oslo.

Personlig kommunikasjon november 2015:

Lars-Erik Fiskum, forskningsleder Sanitær og Våtrom SINTEF Byggforsk

Vedlegg 1 Vindusmengder basert på opplysninger fra Drammens glass

Fra Drammens Glass Regnskapsavslutninger, Årsberetninger og Interne Årsberetninger						
	Vindusglass m ²	Markedsandel	Totalt vindusglass	Isolerglass, eff m ²	Markedsandel	Totalt isolerglass
1965	1296070	63 %	2057253,968	97193	30 %	323976,6667
1966	1892390	63 %	3003793,651	111244	30 %	370813,3333
1967	1621300	63 %	2573492,063	145271	30 %	484236,6667
1968	1871399	63 %	2970474,603	183057	33 %	554718,1818
1969	2185000	63 %	3468253,968	230000	33 %	696969,6967
1970	1603151	54 %	2968798,148	261000	33 %	790909,0909
1971	1606760	50 %	3213620	287000	33 %	869696,9697
1972		46 %	3438000		33 %	841000
1973		34 %	4748000		35 %	1000000
1974	1731000	35 %	4945714,286	393000	35 %	1122857,143
1975	346200	35 %	989142,8571	78600	35 %	224571,4286
Totalt	14153270		34376443,54	1786365	3,6	7279749,177
						41656192,72

* Tall for 1972 og 1973 er hentet fra markedsanalyse beskrevet i DGs interne årsberetning 1973. For isolerglass er det benyttet effektivt vindusareal, så dette skal stemme. For vindusglass er det imidlertid vanskelig å vite om det er snakk om koblede vinduer eller ei, så dette tallet kan kanskje ikke brukes til å sammenligne med totalt glassareal.

1965 Fra Regnskapsavslutning 1965, hvor omregning er gjort fra ks til m² som vist nedenfor

1966 Fra Regnskapsavslutning 1966 og utregning nedenfor

1967 Fra Key figures as of December 31, 1968 - tillegg til

1968 Fra Key figures as of December 31, 1968 - tillegg til

1969 Fra Key figures as of December 31, 1968 - tillegg til

1970 Fra Intern årsberetning 1970 - De interne årsberetningene begynner å komme i 1970

1971 Fra Intern årsberetning 1971

1972 Fra Intern årsberetning 1972

1973 Fra Intern årsberetning 1972

1974 Intern årsberetning 1974, markedsandeler fremskrevet fra

1975 Intern årsberetning 1974, markedsandeler fremskrevet fra

1975 Har ikke verdier for denne, regner produksjon lik som i 1974, men at 20% inngår



Rapporter kan bestilles ved henvendelse,
samt lastes ned fra vår hjemmeside: www.ostfoldforskning.no