

Temadark #1

Affald som ressource

Bygge- og anlægsbranchen udgør den største kilde til affald i Danmark. Affaldet udgør en stor ressource for det fremtidige byggeri, og det er derfor vigtigt, at vi sørger for at genanvende byggeaffaldet bedst muligt. Samtidig kan affald fra andre brancher også, potentielt set, blive genanvendt som nye byggematerialer.

Hvor meget affald kan bruges igen som en ressource i byggeriet?

Bliver potentialet af de ressourcer, der er i affaldsstrømmene, udnyttet fuldt ud?

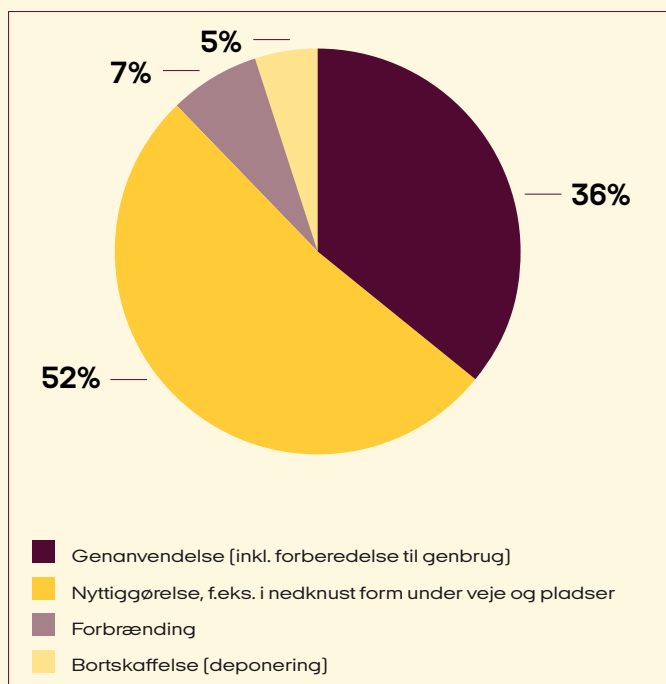
Affald som ressource

Bygge- og anlægsaffald – de store tal

Ifølge den danske affaldsstatistik, bliver der hvert år genereret lidt over 5 mio. tons bygge- og anlægsaffald.

Dette svarer til omkring 40% af alt affald i Danmark.

Langt størstedelen af bygge- og anlægsaffaldet udnyttes igen, men der er forskel på, hvordan det bliver anvendt/behandlet. Lidt over 1/3 af al bygge- og anlægsaffald bliver genanvendt.



Figur 1 Oversigt over, hvordan bygge- og anlægsaffald udnyttes. [1].

VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Direkte genbrug er ikke affald

Direkte genbrug, f.eks. døre, der bliver taget ud af et byggeri og indsat i et andet byggeri uden kontrol, rengøring eller reparation, bliver ikke anset for affaldshåndtering. Dette er derfor ikke omfattet af affaldsstatistikken.

Forberedelse med henblik på genbrug er en del af affaldsstatistikken. Dette dækker over, at et genbrugsprodukt bliver kontrolleret, rengjort eller repareret, inden det bliver genanvendt til et nyt formål.

FOKUS PÅ

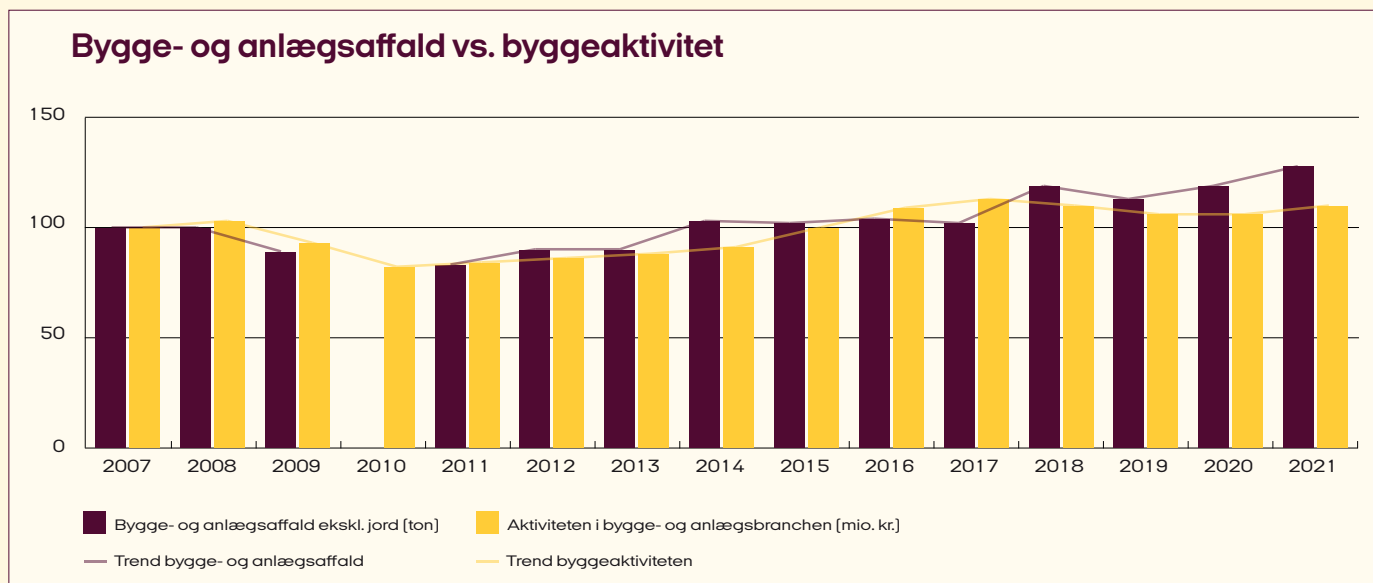
Data for direkte genbrug

I 2023 skulle EU's medlemslande iht. Affaldsrammedirektivet for første gang indrapportere genbrugsdata for tekstiler, elektronisk udstyr, møbler og byggematerialer.

I den forbindelse skulle en ny metode for dataindsamling og beregninger også udvikles. Data til opgørelsen er blevet indsamlet fra både fysiske genbrugsbutikker, online platforme, samt virksomheder, der håndterer og genbruger byggematerialer og elektronikaffald. Data blev indsamlet frivilligt, da der endnu ikke er lovhjemmel til at indsamle disse data obligatorisk.

Det estimeres, at der i 2021 blev genbrugt 13.000 tons byggematerialer i Danmark, som svarer til ca. 0,25% af de bygge- og anlægsaffaldsmængder, der genereres årligt.

Metoderne er stadig ikke ensrettet, hvilket gør sammenligning af data på tværs af lande udfordrende. Fremover skal Miljøstyrelsen hvert tredje år kortlægge, hvor meget vi i Danmark genbruger inden for de fire kategorier: tekstil, elektronik, møbler og byggematerialer. Kilde: [2]



Figur 2 Generering af affald indenfor bygge- og anlægsvirksomhed (ekskl. jord) og den økonomiske brutto tilvækst (BVT) for bygge- og anlægssektoren i perioden 2007-2015. Angivet som indeks med 2007=100. Kilde: [1].

Mængden af affald varierer med aktiviteten i bygge- og anlægsbranchen, som afhænger af den økonomiske konjunktur. Det fremgår af nedenstående figur, der stammer fra affaldsstatistikken. Her er udviklingen i bygge- og anlægsaffald angivet som

indeks i forhold til den økonomiske udvikling i bygge- og anlægssektoren. Figuren viser, at mængden af bygge- og anlægsaffald følger trenden i bygge- og anlægsaktiviteter, der har været jævnt stigende siden 2011.

FOKUS PÅ

Circularity Gap i Danmark

I 2023 har en analyse vist, at Danmark er kun 4% cirkulært, hvilket er væsentligt lavere end den globale Circularity Metric (måleenhed for cirkularitet) på 7,2% i 2023 [3]. Landet afhænger primært af jomfruelige kilder til dækning af befolkningens behov. Forbruget af jomfruelige materialer ligger på 24,5 tons pr. person årligt, hvilket overstiger både EU's gennemsnit (17,8 tons pr. person årligt) og det globale gennemsnit (11,9 tons pr. person årligt) samt det bæredygtige forbrugsniveau (estimeret til at være 8 tons pr. person årligt).

Cirka 72% af den totale udvinding krævet for at møde den danske efterspørgsel, sker uden for landets grænser. Blandt de mest forbrugte materialer er ikke-metalliske mineraler, som hovedsageligt anvendes i byggeindustrien.

Rapporten undersøger også effekten af fem scenarier: Skabe et cirkulært bygget miljø, Følge en cirkulær livsstil, Gentænke transport og mobilitet,

Skabe grobund for et cirkulært fødevarer system og Fremme cirkulær produktion. De fem "hvad-nu-hvis" scenarier anvender forskellige strategier til at øge cirkulariteten og skære ned på materialeforbruget og emissionerne. Tilsammen vil disse strategier næsten kunne fordoble Danmarks Circularity Metric og reducere materialeforbruget med 39%.

Byggebranchen er den største bidragsyder til Danmarks materiale- og CO₂-fodaftrek. De foreslåede cirkulære strategier inden for byggesektoren har ikke kun et potentiale for at reducere materialeforbrug med 19% og øge den samlede cirkularitet fra 4% til 5,2%, men også for at reducere CO₂-aftrykket med 12%.

Læs Circularity Gap rapporten for Danmark her.

Forskellige fraktioner af bygge- og anlægsaffald

Bygge- og anlægsaffald består af en række forskellige affaldsfraktioner, der har forskellig anvendelse. Omkring halvdelen af affaldsmængderne består af mineralske affaldsfraktioner som beton, asfalt og tegl.

Der er fortsat et potentiale for sortering af forskellige

affaldsfraktioner, da knap 750.000 tons bygge- og anlægsaffald er indberettet som blandet og andet affald. Derudover er knap 600.000 tons bygge- og anlægsaffald indberettet som blandinger af forskellige affaldsfraktioner af beton, mursten, tegl og keramik.

I Tabel 1 ses indberettede mængder bygge- og anlægsaffald.

	Affaldsfraktioner	Mængder i tons (2021)	Andel i procent (2021)
Mineralske affaldsfraktioner	Beton	1.246.000	24%
	Asfalt og kultjæreholdigt affald	979.000	19%
	Mursten	259.000	5,0%
	Tegl og keramik	93.000	1,8%
Andre affaldsfraktioner end de mineralske	Jern og stål	536.000	10%
	Bly, zink, tin, blandet metal og andet metal	67.000	1,3%
	Aluminium, kobber, bronze og messing	20.000	0,4%
	Træ	195.000	3,8%
	Glas	36.000	0,7%
	Isolationsmaterialer	25.000	0,5%
	Plast	5.000	0,1%
Blandede fraktioner	Blandinger (beton, mursten, tegl, keramik)	641.000	12%
	Blandet bygnings- og nedrivningsaffald	444.000	8,6%
	Andet affald fra byggeri- og anlægsaktiviteter	285.000	5,5%
Øvrige fraktioner	Øvrige fraktioner	333.000	6,4%

Tabel 1 Indberettede affaldsmængder fra bygge- og anlægssektoren. Data kommer fra reference [1], tabel 3.11.

Jordaffald opstår hovedsageligt fra bygge- og anlægsaktiviteter, og det er store mængder, der bliver flyttet. I 2021 blev der genereret omkring 8 mio. tons jordaffald, hvoraf 3 mio. tons bestod af forurenede jord.

Der er dog usikkerheder om den samlede mængde jord, der flyttes rundt, da en del jordflytning ikke er anmeldeligt. I 2017 vurderede en undersøgelse, at der bliver sludisponeret 10-12 mio. tons jord årligt [4].

VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Usikre data

Det vurderes, at der er store usikkerheder relateret til de registrerede affaldsmængder. Det skyldes, at ikke alt affald bliver indberettet, og samtidig kan der være vanskeligheder ved at bruge de rette indberetningskoder.

I affaldsstatistikken er opgjort forskellige affaldsfraktioner for bygge- og anlægsaffald. Affaldsstatistikken bygger på indberettede data fra alle indsamlere, modtagere, eksportører og importører af affald, som er forpligtet til at indberette til Affaldsdatasystem (ADS), som administreres af Miljøstyrelsen.

FOKUS PÅ

Mængderne vurderes generelt set at være større end det angivne. Dette fremgår af en række undersøgelser, der gennem tiden har sat fokus på at estimere mængder for forskellige affaldsfraktioner:

- I 2015 blev det estimeret på baggrund af en branchedialog, at der bliver genereret 2 mio. tons betonaffald om året [5]. Dette skal ses i relation til de ca. 1 mio. tons oplyste i Affaldsstatistik 2015. Dertil kommer der dog også if. Affaldsstatistik 0,9 mio. tons blandede fraktioner, som også indeholder beton i en vis (ukendt) grad.
- I 2019 blev det estimeret, at der kommer omkring 32.000 tons plastaffald fra byggebranchen. Dette kan være hård og blød plast [6]. Indberettede mængder af plastaffald fra byggebranchen ifølge Affaldsstatistik 2019 svarer til 8.000 tons.
- I 2018 blev det opgjort, at der genereres mindst 395.000 tons genanvendeligt træaffald om året [7]. Indberettede mængder af træaffald fra byggebranchen ifølge Affaldsstatistik 2018 svarer til 158.000 tons.

Udsortering af forskellige typer affald

Inden for de enkelte affaldsfraktioner kan der forekomme mange forskellige kvaliteter og typer, men dette fremgår ikke af affaldsstatistikken.

En helt central problemstilling inden for affaldsområdet er, hvordan vi får udsorteret og indsamlet det rette affald i store nok mængder til, at producenter eller andre aktører kan bruge affaldsmaterialerne i stor skala.

Eksempel

Plastaffald fra bygge- og anlægssektoren

Plast udgør 0,1% af bygge- og anlægsaffald [8], og består af flere individuelle plasttyper med meget forskellige egenskaber og muligheder for affaldsbehandling. En undersøgelse fra 2018 har vist, at PVC udgør på EU-niveau mere end 50% af den samlede mængde plastaffald fra byggesektoren [9], se Tabel 2. PVC anvendes i bl.a. rør, profiler og vinylgulve. HDPE, brugt i f.eks. rør, repræsenterer næsten 13%, mens EPS og PP (bruges i henholdsvis isoleringsblokke og elektriske stikkontakter) udgør omkring 7-8%. LDPE, anvendt til f.eks. emballage, udgør omkring 5%, mens PS, brugt i skum og isolering, udgør næsten 2%. De resterende 13,4% har en uspecificeret sammensætning og kan inkludere andre plasttyper som PUR (anvendt i isoleringsplader), polycarbonater (anvendt i gennemsigtige plader) og polyacrylater (anvendt i plexiglas).

Plastaffald	[1,000 t]	[%]
PE-LD	90	5,1%
PE-HD	225	12,8%
PP	130	7,4%
PS	30	1,7%
EPS	140	8,0%
PVC	910	51,7%
Øvrige	235	13,4%
Total	1.760	1

Tabel 2 Mængder af plastaffald fra bygge- og anlægssektoren i 2018 i EU27, Norge, Schweiz og Storbritannien. Data fra Plastic Europe [9].

Udsortering af plastaffald på byggepladser er dog en kompleks proces. Den første udfordring er, at det er en tidskrævende proces, hvilket øger omkostningerne og nedsætter effektiviteten på byggepladsen. Derudover kan det være udfordrende at skelne mellem forskellige plasttyper alene ud fra deres udseende, da mange plasttyper ligner hinanden. Endelig er plads en begrænset ressource på mange byggepladser, og korrekt sortering kræver plads til at etablere separate områder til sortering og opbevaring af plastaffald. Især hvis plast indsamles løst og ikke komprimeret, kan det være svært at komme op i tilstrækkelige mængder, og dermed opnå en fornuftig pris for plasten. For at overkomme barriererne, er det derfor essentielt at indtænke både plads, logistik og ekstra udstyr i den tidlige planlægning.

Forskellig oprindelse af bygge og anlægsaffald

Bygge- og anlægsaffald kommer fra forskellige kilder. Det kan være byggeri eller anlæg og affaldet kan stamme fra opførelse eller nedrivning. En del affald kommer desuden fra renoveringer, eller der kan være restaffald i forbindelse med produktion af byggevarer.

På baggrund af affaldsstatistikken, er det ikke muligt at opgøre affaldsmængderne i forhold til disse kilder. I Tabel 2 er en række tommelfingerregler vedrørende mængder og fraktioner fra forskellig oprindelse.

Hvor kommer affaldet fra?	Tommelfingerregel
Kommer affaldet fra opførelse eller nedrivning af et anlægsprojekt?	<ul style="list-style-type: none"> - Affald fra et anlægsprojekt omfatter typisk færre fraktioner end affald fra byggeri. - I forbindelse med opførelse af anlæg vil der fremkomme affaldsmængder i form af overskudsmaterialer fra opgravning, men også i form af spild, fraskær og lign. - Affald fra nedrivning af anlægsprojekter vil typisk være stenfraktioner samt øvrige mineralske fraktioner, som asfalt og beton, og der vil ofte være tale om store mængder ved nedrivning af anlæg.
Kommer affaldet fra opførelse eller nedrivning af et byggeri?	<ul style="list-style-type: none"> - I forbindelse med opførelse af byggeri vil der være behov for opgravning af f.eks. jord eller andre materialer. - Under opførelse af et byggeri vil affaldsmængderne typisk være små og bestå af nye overskudsmaterialer (som f.eks. spild og fraskær) og emballage. - Affald pr. etage-m², der bliver genereret, ligger på omkring 20-100 kg/m² [10]. - Det estimeres, at spild af byggematerialer udgør omkring 10 % af de indkøbte byggematerialer [11]. - Det estimeres, at der genereres omkring 600.000 tons affald pr. år fra nybyggeri [10]. - Ved nedrivning af et byggeri vil affaldsmængderne typisk være store og bestå af de materialer, der igennem tiden er blevet anvendt i det pågældende byggeri. - Affald pr. etage-m² fra en nedrivning er typisk 1-2 tons [12].
Kommer affaldet fra en renovering?	<ul style="list-style-type: none"> - Renoveringssager er en kombination af nybyg og nedrivning og vil ofte have mindre mængder af affald.
Kommer affaldet fra produktionen?	<ul style="list-style-type: none"> - Produktionsaffald er ofte ensartet og kommer fra en kendt kilde. Det kan ofte anvendes i produktionen igen. F.eks. eksisterer der en række erfaringer for beton [13].

Tabel 3 Tabellen indeholder en række tommelfingerregler vedrørende mængder og fraktioner fra forskellig oprindelse.

Affald fra andre brancher

Affald fra andre brancher kan i nogle tilfælde anvendes til at lave nye byggematerialer.

Det kan være affald fra husholdninger, servicebranchen og affald fra industrien, hvor der i forvejen er en høj grad af genanvendelse for mange affaldsfraktioner [dog bliver disse materialer ikke nødvendigvis genanvendt til nye byggematerialer]:

- 57% af affaldet fra husholdninger blev genanvendt i 2021
- 59% af affaldet fra servicesektoren blev genanvendt i 2021
- 73% af affaldet fra industrien blev genanvendt i 2021.

I Tabel 3 er gengivet affaldsmængder for materialer, der vurderes at være potentielle sekundære ressourcer i byggeriet.

Mængder i 2021 [tons]	Husholdningsaffald	Affald fra service-branchen	Affald fra industrien
Papir inkl. aviser og emballagepapir	122.000	58.000	37.000
Emballage pap og andet pap	98.000	258.000	52.000
Emballage glas	135.000	9.000	4.000
Glas	3.000	6.000	12.000
Emballage træ	1.000	6.000	4.000
Træ	175.000	28.000	25.000
Emballage plast	44.000	12.000	14.000
Plast	23.000	8.000	23.000
Emballage metal	19.000	-	-
Blandet emballage	33.000	-	-
Jern og metal	125.000	181.000	248.000
Tekstiler	4.000	-	-
Dæk	12.000	36.000	2.000
Imprægneret træ	40.000	2.000	-
PVC	5.000	-	-
Gips	-	-	-
Andet og forbrændings-egnet affald	477.000	723.000	242.000
Dagrenovation og lignende	830.000	51.000	51.000

Tabel 4 Affald fra andre brancher, der har potentiale for genanvendelse i byggeri. Data kommer fra Affaldsstatistikken, [1].

Ligesom for bygge- og anlægsaffald er der store usikkerheder på mængder af affald fra andre brancher. En del affald bliver desuden opgjort som blandede fraktioner, og det fulde potentiale af affaldsstrømmene fremgår dermed ikke af oversigten.

I 2018 blev det f.eks. estimeret, at der blev indsamlet 36.000 tons brugte tekstiler fra husholdninger, hvilket er meget højere end de 3.000 tons, der er opgjort i affaldsstatistikken for det samme år [14].

VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Skift af anvendelse

Når man bruger affald fra andre brancher i byggeriet, er der en række særlige opmærksomhedspunkter – især, hvis et materiale ændrer sin funktion markant.

1. Går anvendelsen af materialet fra en ikke-følsom anvendelse, f.eks. industri, til en følsom anvendelse, f.eks. bolig, skal det undersøges om der er skadelige stoffer, der kan påvirke indeklimaet negativt. Et eksempel er bildæk, der tages i anvendelse indendørs i et byggeri.
2. Der skal foretages en vurdering af materialet, der tager stilling til om funktionalitet og holdbarhed er tilstrækkelige for byggeriet.
3. Hvis affaldsressourcen skifter værdikæde, bør man være opmærksom på, at ressourcen ikke skifter til en anvendelse af lavere værdi. Et eksempel er, hvis plastflasker, der i forvejen indsamles til genanvendelse til nye plastflasker, går til andre formål.

Fra affald til byggevarer

Affald kan genanvendes i en produktion og indgå som et råstof til produktion af byggevarer. Ligeledes kan nogle materialer, der tages ud af byggerier ved nedrivning, genbruges direkte.

Genanvendelse af affald til byggevarer foregår allerede i dag, f.eks. stensuld og gips. Her vil typisk indgå nye materialer i en blanding med gamle materialer. For andre affaldstyper er der behov for udvikling på forsøgsbasis, f.eks. nedknust murværk og tekstil. Tabel 4 indeholder en række eksempler på affaldsfraktioner, der kan indgå i produktion af nye byggevarer.

Der eksisterer desuden en række eksempler på, at byggevarer, der bliver taget ud af byggerier ved nedrivning, kan genbruges:

- genbrug af mursten
- genbrug af tagsten af tegl
- genbrug af trækonstruktioner og gulvbrædder
- genbrug af interimstræ fra byggepladsen
- genbrug af elementer af stål og beton
- genbrug af interiør.

Men der eksisterer også en række barrierer for genbrug og genanvendelse, hvor særligt byggelovgivningen ofte bliver fremhævet som en barriere i branchen. Det skyldes blandt andet, at der ofte mangler udførlig dokumentation for de enkelte genbrugselementer. I 2023 er der blevet udarbejdet et Roadmap for cirkulær økonomi i byggeriet. Roadmappet giver bl.a. et overblik over de udfordringer, der fortsat skal adresseres i byggebranchen, herunder i forbindelse med teknologiske løsninger til bedre ressourceudnyttelse. Læs [15].

VCØB har udarbejdet en detaljeret guide omkring hvilke byggematerialer, der kan genbruges eller genanvendes. Læs [16].

Affaldstype	Byggevarer
Keramik, brugt stensuld	Stensuld
Brugte gipspladser	Nye gipsplader
Glas	Glasuld
Træ, rent	Spånplader
Beton	Tilslag i ny beton
Papir	Papiruld
Tagpap	Tagpap
Jern og metal	Nye jern og metalprodukter
Tekstil	Isolering
Plast	Ny plast
Nedknust murværk (tegl iblandet mørtel)	Nye typer byggesten

Tabel 5 Eksempler på affaldstyper, der kan genanvendes til nye byggevarer. Listen er ikke udtømmende.

Eksempel

Værdisætning af genanvendelse

Der knytter sig en række dilemmaer til genanvendelsen af affaldsfraktioner. I nogle tilfælde har genanvendelsen en oplagt værdi, men andre gange er der flere forhold, der gør sig gældende.

Værdien af et vejmateriale falder, når eksempelvis murværksaffald er blandet med knust beton [5]. Der er derfor en klar værdi i at udsortere nedknust tegl og anvende det som råmateriale til produktion af nye produkter, f.eks. nye typer byggesten. Dette kræver fortsat en udvikling og dokumentationsindsats.

Det er anderledes med knust betonaffald, som er meget velegnet som bærelag i vejanlæg, men nogle typer nedknust beton kan også genanvendes som tilslag i produktion af ny beton. En beregning har vist, at der er en klimabesparelse ved genanvendelse, hvis tilslaget af nedknust beton erstatter granit, som importeres fra Norge, mens dette ikke er tilfældet, hvis tilslaget af nedknust beton erstatter jomfrueligt materiale fra en dansk råstofgrav. At erstatte granit kræver dog, at det nedknuste betonaffald stammer fra beton af høj kvalitet [17].

VÆR OPMÆRKSOM PÅ

Det er ikke kun de store mængder, der er værdifulde

Bygge- og anlægsaffald er kendetegnet ved store mængder af tunge fraktioner, som beton og asfalt. Men det er ikke kun de store mængder, der har værdi. Gennem tiden er en række producenter lykkedes med at genanvende mindre fraktioner fra byggeriet, f.eks. gips og stenuld.

I en nylig EU-undersøgelse [9] er beton, træ, PVC og EPS identificeret som de materialefraktioner i bygge- og anlægsaffald med størst potentiale for klimabesparelser. Samtidigt har studiet fastslået, at klimapåvirkningerne fra håndtering af de forskellige fraktioner i høj grad følger affaldshierarkiet, dvs. de største klimabesparelser opnås ved [forberedelse til] genbrug eller højkvalitetsgenanvendelse.

Opsummering

Hvor meget affald kan bruges igen som en ressource i byggeriet?

Affald, der kan bruges i byggeriet igen, stammer dels fra bygge- og anlægsbranchen, men også fra andre brancher. Der er en række usikkerheder i de opgjorte mængder fra Affaldsstatistikken, men det vurderes, at der er et potentiale for at genbruge og genanvende flere millioner tons affald om året, selv om ikke alt affald kan genbruges og genanvendes. Det skal bemærkes, at det ikke kun er de mængdemæssigt store affaldsfraktioner, der har værdi.

Bliver det fulde potentiale af de ressourcer, der er i affaldsstrømmene, udnyttet?

En del aktører er allerede i gang med at genanvende, men der er fortsat et stort potentiale for, at mere affald kan genanvendes, at kvaliteten af genanvendelse kan forbedres, samt at større mængder kan genbruges/forberedes til genbrug. Selvom næsten 90% af alt bygge- og anlægsaffald enten bliver genanvendt eller nyttiggjort, er der et stort potentiale for at øge kvaliteten af affaldshåndteringen ved at rette fokus mod mere genbrug og højere kvalitets-genanvend-

else. Dette kræver bedre udsortering og indsamling af affald. Kun 36% af alt bygge- og anlægsaffald blev genanvendt i 2021; til sammenligning blev mellem 57 og 73% af affaldet fra andre sektorer genanvendt.

Genbrug bliver ikke opgjort som en del af affaldsstatistikken, men en nylig gennemført undersøgelse har estimeret, at det er meget små mængder, der bliver genbrugt direkte, da der fortsat knytter sig en række udfordringer til dette.

Manglende viden

- Der er brug for mere viden og praktiske løsninger, der kan understøtte udsortering og indsamling af affald.
- Der er brug for mere viden om flows af de enkelte affaldsstrømme og brug for metoder og løsninger til at sikre sporbarhed. Dette vil også give bedre data om affaldsmængder.
- Der er brug for en mere detaljeret opdeling af affaldsstrømmene og et fokus på at sikre kvaliteten af affaldet gennem værdikæden.

REFERENCER

- [1] Miljøstyrelsen, Affaldsstatistik 2021, 2023. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2023/10/978-87-7038-566-4.pdf>.
- [2] Miljøstyrelsen, Genbrugsmængder opgjort i Danmark, [2023]. <https://mst.dk/nyheder/2023/december/genbrugsmængder-opgjort-i-danmark>.
- [3] I.K. Sohn, Sine Beuse Fauerby, Betina Simonsen, Thomas Fruergaard Astrup, Anke Oberender, Julie Hjort, Anders Ziegler Kusk, The Circularity Gap Report: Denmark, 2023. <https://www.circularity-gap.world/denmark#download>.
- [4] NIRAS, Kortlægning af jordstrømme, 2017. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/06/978-87-93614-09-3.pdf>.
- [5] T. Henriksen, L. Juel-Hansen, D. Mathiesen, Udredning af teknologiske muligheder for at genbruge og genanvende beton, 2015. <https://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2015/04/978-87-93352-03-2.pdf>.
- [6] B.K. Ryts, D. McKinnon, S.E. Danielsson, I. Damsgaard, J.S. Madsen, V. Hundevad, L.S. Andersen, Analyse af nationale plaststrømme i landbrug, hotel- og restaurationsbranchen og bygge- og anlægsbranchen, 2019. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2019/05/978-87-7038-070-6.pdf>.
- [7] Teknologisk Institut, Kortlægning af genanvendeligt træaffald i Danmark, 2018. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/03/978-87-93614-89-5.pdf>.
- [8] A. Damgaard, C. Lodato, S. Butera, T.F. Fruergaard, M. Kamps, L. Corbin, D. Tonini, T.F. Astrup, Background data collection and life cycle assessment for construction and demolition waste (CDW) management, 2022. <https://doi.org/10.2760/772724>.
- [9] Plastics Europe, Overview of Plastic Waste from Building and Construction by Polymer and by Recycling, Energy Recovery and Disposal, Plast. Waste from B&C EU [2018]. https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/BC_Table.pdf.
- [10] Teknologisk Institut, Beskrivelse af tal og vurderinger genereret under undersøgelse af byggepladser, 2018.
- [11] NIRAS, Copenhagen Ressource Institute, Lauritzen Advising, Affaldsforebyggelse i byggeriet. Forprojekt, 2017. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/02/978-87-93529-66-3.pdf>.
- [12] K.H. Smith, R.J. Lyng, A. Oberender, Ressourcekortlægning af bygninger, 2018. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/04/978-87-93710-05-4.pdf>.
- [13] Teknologisk Institut, Emcon A/S, A.P. A/S, Unicon A/S, DK Beton, B. og B. CRH Concrete A/S, IBF A/S, Dansk Beton, Fabriksbetonforeningen, Belægningsgruppen og Betonelementforeningen. Teknologisk Institut, Emcon A/S, Aalborg Portland A/S, Unicon A/S, DK Beton, CRH Concrete A/S, IBF A/S, Dansk Beton, Fabriksbetonforeningen, Nulspildsprojektet, [2019]. <https://www.danskindustri.dk/medlemsforeninger/foreningssites/dansk-beton/projekter-og-priser/baredygtig-beton-initiativet/dansk-betons-projekter/nulspildsprojektet/>.
- [14] D. Watson, S. Trzepacz, O.G. Pedersen, Kortlægning af tekstilflows i Danmark, 2018. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/06/978-87-93710-32-0.pdf>.
- [15] A. Oberender, K.H. Smith, M.K. Sørensen, S. Finsdottir, S.B. Kjerulff, Roadmap for cirkulær økonomi i byggeriet, 2023. <https://realdania.dk/publikationer/faglige-publikationer/roadmap-for-cirkulaer-oekonomi-i-byggeriet>.
- [16] VCØB, Hvilke byggematerialer kan du genbruge, genanvende eller materialenyttiggøre på anden vis?, Guide [2020]. https://www.vcob.dk/media/1599/hvilke_gamle_byggematerialer_kan_genanvendes.pdf.
- [17] DTI, LCA-undersøgelse af tilslagsproduktion, 2019. <https://www.teknologisk.dk/ydelser/baeredygtigt-byggeri/lca-life-cycle-assessment/30894,6?cms.query=LCA+beton>.