

Ombruk av bygningsdeler - læringspunkter fra forbildeprosjekter i Norge, Danmark og Belgia

Sandberg, Eli; Mamo Fufa, Selamawit; Knoth, Katrin; Eberhardt, Leonora Charlotte Malabi

Published in:
Praktisk Økonomi & Finans

DOI (link to publication from Publisher):
[10.18261/pof.38.1.3](https://doi.org/10.18261/pof.38.1.3)

Creative Commons License
Unspecified

Publication date:
2022

Document Version
Accepted author manuscript, peer reviewed version

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Sandberg, E., Mamo Fufa, S., Knoth, K., & Eberhardt, L. C. M. (2022). Ombruk av bygningsdeler - læringspunkter fra forbildeprosjekter i Norge, Danmark og Belgia. *Praktisk Økonomi & Finans*, 38(1), 23-46. <https://doi.org/10.18261/pof.38.1.3>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

OMBRUK AV BYGNINGSDELER – LÆRINGS-PUNKTER FRA FORBILDEPROSJEKTER I NORGE, DANMARK OG BELGIA

Eli Sandberg¹, Selamawit Mamo Fufa², Katrin Knoth², Leonora Charlotte Malabi Eberhardt³

¹Arkitektur, byggematerialer og konstruksjoner, SINTEF Community, Pb. 4760 Torgarden, 7465 Trondheim

²Bygninger og Installasjon, SINTEF Community, Pb. 124 Blindern, NO-0314, Oslo, Norway

³Department of the Built Environment, Aalborg University, A. C. Meyers Vænge 15, 2450, Copenhagen SV, Denmark

Ingress

Ombruk av bygningsdeler kan bidra til lavere utslipp og mindre avfall fra byggenæringen. I denne artikkelen beskriver vi hva vi kan lære fra seks forbildeprosjekter i Norge, Danmark og Belgia. Rammevilkårene for ombruk varierer mellom landene, og vi vurderer prosjektene med hensyn på 1) type ombruk, 2) dokumentasjon og sertifisering, 3) juridiske og politiske rammevilkår, 4) kostnader og tidsbruk og 5) anskaffelse og avhending. Å sette konkrete ombruksmål er den viktigste suksessfaktoren som bør tas med i fremtidige ombruksprosjekter. Eksisterende politiske og juridiske rammevilkår og manglende dokumentasjon og teknisk godkjenning av brukte bygningsdeler begrenser ombruk. Vi ser likevel en utvikling mot reduserte kostnader og tidsbruk, hovedsakelig gjennom læring, digitalisering og etablering av markedsplasser. Et nyttig neste steg vil være standardisering av prosedyrer for dokumentasjon og definisjoner på ombrukstyper.

Nøkkelord: Ombruk, Bygningsdeler, Forbildeprosjekter

Introduksjon

Byggesektoren står for en tredjedel av globale CO₂-utslipp (Cabrera Serrenho et al. 2019), og i EU produserer bransjen en milliard tonn bygge- og rivningsavfall årlig (Gallego-Schmid et al. 2020), noe som tilsvarer mellom 20 og 30 % av total avfallsmengde (i vekt) i EU. Byggenæringen står også for 50 % av det globale forbruket av primærmaterialer (Verhagen et al. 2021). Indirekte utslipp, spesielt fra produksjon av byggevarer, står for den største andelen av livsløpskostnadene til energieffektive bygninger (Röck et al. 2020). Ombruk av bygningsdeler har derfor et stort potensial for å bidra til å redusere avfallsmengden, ressursforbruk og klimagassutslipp (Høibye and Sand 2018), og til å oppnå flere av FNs bærekraftsmål.

Potensialet for ombruk er avhengig av rammevilkårene i hvert land, som markedsførhold, juridiske og politiske rammevilkår og vilje og erfaring blant aktørene i verdikjeden (Çimen 2021). Ombruk er høyt prioritert i EUs avfallshierarki. Man skal prioritere å redusere avfallsmengden, deretter å tilrettelegge for ombruk, før man kan vurdere resirkulering (EC Directive 2008). Ombruk blir definert ulikt. I avfallsdirektivet defineres ombruk som det å bruke bygningsdeler om igjen til samme formål som de opprinnelig var ment for, og uten repossessering (EC Directive 2008), mens ombruk til også andre formål er inkludert i definisjonen av ombruk i ISO-standard 20887 (ISO 2020). Bevaring av eksisterende bygningsmasse (med unntak av byggeplassarbeider og fundamentering), lokalt ombruk, anskaffelse, avhending og design for ombruk blir av FutureBuilt regnet som ombruk, uavhengig av om bygningsdelene blir benyttet til samme eller annet formål (FutureBuilt 2021).

Selv om potensialet for ombruk er stort, beskrives markedet som umodent (Çimen 2021). En rekke studier på ombruk i byggenæringen har søkelys på barrierer (Nordby 2019; Rakhshan et al. 2020; Hart et al. 2019). Kostnader og tidsbruk henger tett sammen med tilgjengelighet og logistikkutfordringer, og disse skaper flaskehalser for ombruk (Knoth, Fufa, and Seilskjær 2022). Økonomi og manglende dokumentasjon nevnes ofte som hoved-hinder for ombruk. Fordi kostnadene ved å gjøre bygningsdelen klar for ombruk er høy, overstiger prisen på brukte bygningsdeler prisen på nye produkter (Hart et al. 2019). For å ivareta konstruksjonssikkerhet må kvaliteten på ombrukbare bygningsdeler overvåkes strengt og garanteres før de kan ombrukes. Resertifisering og redokumentasjon ser imidlertid ut til å være et manglende ledd i verdikjeden for ombruk (Abd and Khamees 2017; Rose and Stegemann 2018). For å øke omstillingstakten pekes det i litteraturen også på behov for insentiver til ombruk, som regelverk, statlig støtte og skattelettelser (Munaro, Tavares, and Bragança 2020; Knoth, Fufa, and Seilskjær 2022).

Forbildeprosjekter synes å være svært viktig for omstillingen (Knoth, Fufa, and Seilskjær 2022). Målet med denne artikkelen er å identifisere læringspunkter fra ombruksprosjekter i Norge, Danmark og Belgia, og foreslå hvordan disse læringspunktene kan utvikles videre for å fremme ombruk. Eksisterende studier har søkelys på barrierer knyttet til ombruk og er gjerne basert på enkeltprosjekter. Forfatterne kjenner ikke til studier som evaluerer og sammenlikner førstehåndserfaringer fra flere ombruksprosjekter fra ulike land. Derfor er målet med denne artikkelen å få et bedre innblikk fra erfaringer fra forbildeprosjekter i flere land. Denne artikkelen presenterer først metode, så bakgrunnsinformasjon om rammevilkår for ombruk i de tre landene og forbildeprosjektene. Deretter analyseres og sammenliknes prosjektene med hensyn på fem sentrale aspekter ved ombruk, og læringspunkter trekkes ut. Artikkelen avsluttes med en oppsummering og veien videre.

Metode og begrepsavklaring

Tilnærmingen i studien er utforskende og induktiv, og delt i to deler. Den første delen er basert på en litteraturgjennomgang og dokumentanalyse om nasjonale miljømål, generelle rammer og ombrukspraksis i landene Norge, Danmark og Belgia. Vedlegg 1 sammenstiller bakgrunnsinformasjon om hvert land og relevante juridiske rammevilkår, retningslinjer og praktiske verktøy for ombruk. For å få bedre kunnskap om ombruk og identifisere trender i de tre landene, har vi i den andre delen valgt ut seks eksempelprosjekter som representerer beste praksis, to fra hvert land. Det er fortsatt få ombruksprosjekter og eksperter på ombruk (Knoth, Fufa, and Seilskjær 2022), og de utvalgte prosjektene betegnes i byggebransjen som forbildeprosjekter (arkitektnytt.no 2021; Aarhus 2021). Vi sammenlikner prosjektene med hensyn på fem sentrale aspekter ved ombruk: 1) type ombruk, 2) dokumentasjon og sertifisering, 3) juridiske og politiske rammevilkår, 4) kostnader og tidsbruk, og 5) anskaffelse og avhending. Dokumentstudier og intervju med aktører som har førstehåndserfaring med prosjektene ga grunnlag for valg av aspekter. For de norske prosjektene ble det samlet inn data gjennom intervjuer i et pågående forskningsprosjekt, REBUS (Knoth, Fufa, and Seilskjær 2022). Dataene fra de danske prosjektene er basert på deltakelse på arbeidsverksteder, mens dataene fra de belgiske prosjektene ble samlet inn gjennom dokumentanalyse og semistrukturerte intervjuer.

Sammenlikningen av prosjektene ble utført på bakgrunn av dokumentanalysen, og oppsummert ved hjelp av fargekoder, se tabell 2. Med bakgrunn i dokumentanalyse, intervjuer og arbeidsverksteder for prosjektene trekker vi ut viktige læringspunkter fra sammenlikningen.

I dag mangler en harmonisert definisjon av ombruk (Hart et al. 2019). I denne studien har vi tatt utgangspunkt FutureBuilt's brede ombruksdefinisjon (FutureBuilt 2021), og vurderer fem ulike typer ombruk: lokalt ombruk (omplasserte bygningsdeler brukt i samme bygg, til samme eller annet formål),

anskaffelse (demonterte bygningsdeler fra et annet bygg, til samme eller annet formål), avhending (demonterte bygningsdeler til bruk i andre bygg, til samme eller annet formål), bevaring (beholde eksisterende bygningsdeler der de sto), og design for ombruk (byggningsdelene blir tilrettelagt for endringer i bruksområde og demontering). Med bygningsdeler mener vi alt i et bygg som er fastmontert, og inkluderer byggematerialer, ventilasjon og sanitærutstyr.

Rammevilkår for ombruk

Norge. Den norske regjeringen lanserte nasjonal strategi for sirkulærøkonomi våren 2021, og denne fremsetter mål om at 70 % av bygg- og anleggsavfallet skal forberedes for ombruk eller materialgjenvinning (Klima- og miljødepartementet 2021). Byggteknisk forskrift krever dokumentasjon, at helse- og miljøfarlige stoffer skal ut av kretsløpet, at lengst mulig levetid skal tilstrebes, samt kartlegging og valg av egnede ombruksvarer (Direktoratet for byggkvalitet 2017). Det er foreslått endringer i plan- og bygningsloven som kan gi dispensasjoner fra tekniske krav ved ombygging, rehabilitering eller bruksendring (Kommunal- og moderniseringsdepartementet 2008). Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK) har nylig vært på høring, hvor formålet er enklere regler for produktdokumentasjon ved omsetning av brukte byggevarer (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2021). Direktoratet for byggkvalitet har også utarbeidet en veileder for ombruk av byggematerialer (Direktoratet for byggkvalitet 2021). Det er få støtteordninger som retter seg direkte mot ombruk, men Grønn Plattform, Klimasats og flere forskningsprosjekter retter søkelyset mot temaet. Også merkeordninger, som Svanemerket, BREEAM og Miljøfyrtårn, får flere kriterier som fremmer ombruk (Sandberg and Kvellheim 2021). Sandberg og Kvellheim (2021) fant i en studie om ombruk i Norge at markedet er i rask endring, og særlig etablering av digitale og fysiske markeds plasser er i oppsving.

Danmark. Før den danske regjeringen lanserte sin strategi for sirkulærøkonomi i 2018 dreide tiltakene for å redusere bygningers klimapåvirkning seg primært om lovpålagt energieffektivisering (Birgisdóttir and Stenholt Madsen 2017; Miljø- og Fødevareministeriet 2018). Sirkulærøkonomistrategien ble i 2020 etterfulgt av lanseringen av en frivillig bærekraftig bygningsklasse i den danske byggelovgivningen, som krever en livssyklusanalyse (LCA) for å møte minimumskrav til utslipp og kvantifisering av ressursforbruk og avfall. I 2023 skal det innføres obligatoriske CO₂-grenser for nybygg over 1 000 m² i byggelovgivningen, og utslippsgrensene skal skjerpes gradvis mot 2030 (Danmarks regjering 2021). Videre er muligheten for å sette utslippsgrenser på renoveringsprosjekter under utredning. Bruken av DGNB-sertifiseringsordningen¹, som støtter ombruk for større danske bygg, har også spredt seg de siste årene. Det har dukket opp et økende antall plattformer for anskaffelse og avhending av brukte bygningsdeler (f.eks. Byg Cirkulært og Genbyg), men en allment anerkjent nasjonal plattform eksisterer ennå ikke. Bruken av DGNB-sertifiseringsordningen², som støtter ombruk for større danske bygg, har også spredt seg de siste årene.

Belgia. Belgia er en forbundsstat. Flandern har ledet an i overgangen til sirkulærøkonomi, blant annet gjennom å kreve utarbeidelse av en avfallshåndteringsplan ved anbud om store rivingsprosjekter (Vlaamse Overheid 2012). Den flamske offentlige avfallsmyndigheten (OVAM) har spilt hovedrollen i implementeringen av ressurs håndtering, og har siden 2011 finansiert forskning og innovasjon innen sirkulære bygg. Myndighetene i hovedstadsregionen vedtok Brussels program for sirkulærøkonomi i 2016 (BeCircular 2021), og Vallonia vedtok sin plan for omstilling til sirkulærøkonomi i 2021 (Service public de Wallonie 2021). Byggsektoren er et av hovedområdene i denne planen. Selskapet Rotor har

¹ <https://www.dgnb-system.de/en/buildings/>

³ <https://www.wellcertified.com/>

vært en pådriver for ombruk av bygningsdeler siden 2016 (Rotor 2021). De tilbyr ombruksrådgivning og demonteringskompetanse, drifter en markeds plass for omsetning av ombruksvarer (Rotor Deconstruction 2021) og en kartlegging av materialforhandlere i Belgia, Frankrike og Nederland (Opalis 2021). I vedlegg 1 er det listet opp eksempler på aktører og aktørtyper i de ulike landene.

Prosjektene

Tabell 1 oppgir nøkkelkarakteristikkene til de seks prosjektene som er vurdert i denne artikkelen.

Vurdering av prosjektene

Vi vurderer prosjektene med hensyn på fem sentrale aspekter ved ombruk; 1) type ombruk, 2) dokumentasjon og sertifisering, 3) juridiske og politiske rammevilkår, 4) kostnader og tidsbruk og 5) anskaffelse og avhending.

Type ombruk

KA13 er Norges første storskala ombruksprosjekt, mens KA23 blir Norges første sirkulære bygg med vernestatus, der fasade og yttertak skal bevares for å beholde byggets særegenhet og arkitektoniske verdi. Det er vanskelig å skille mellom lokalt ombruk og bevaring i de norske prosjektene. Originale elementer som fasadeplater og teakvinduer utvendig, og teak- og marmorvegger innvendig skal bevares. De fleste innervegger skal bevares, mens nye innervegger skal tilpasses fremtidig ombruk (FutureBuilt 2021). Det samme gjelder bærekonstruksjoner, dekker, trapperom, heiser og fundamenter. Noe teknisk utstyr i KA23 blir ombrukt lokalt. Teglstein som var svært porøs og krevende å demontere ble donert til et firma for nedsirkulering. KA 13 mottok bygningsdeler fra flere enn 25 donorbygg, blant annet 28 vinduer (feilbestillinger og ombrukt). Noen av teppeflisene er ombruksvarer mens andre kom fra restlager. Alle mineralullsplatene til himling er ombrukt. Trappene er laget av ombruksmateriale i tre. Ståltrekkverk, fasadeglass, -kledning og kontorfronter i glass er tilpassede ombruksvarer. Også tegl og hulldekkelementer er ombrukt fra ulike donorbygg, etter rensing og testing. Mye av ombruksstålet krevde tilpasninger. Det ble installert brukt sanitærutstyr, radiatorer og annet teknisk utstyr. I den renoverte delen av bygget ble ytterveggene, flere innervegger, dører, elektriske installasjoner og ventilasjonssystem bevart (Entra 2021).

CH er Danmarks første sirkulære sosialboligprosjekt, med 60 boenheter. På grunn av økt slitasje på bygningsdeler i sosialboliger satser CH på design for ombruk gjennom bruk av mekaniske skjøteløsninger som er lett tilgjengelige og synlige. Overflatene skal forbli ubehandlet og leietakerne har ansvar for å ta vare på bygningsdelene for å sikre fremtidig ombruk. Størrelsen på en boenhet kan endres ved å omplassere trefyllingsmoduler i åpningene til betongkonstruksjonen. Det er lagt opp til fremtidig ombruk (lokalt ombruk eller avhending) uten verditap for ca. 92 % av bygningsdelene. RB undersøker ombruksløsninger for Danmarks Ghattoliste, som er en liste av boliger tilsvarende 1 360 300 m² som skal rives i årene som kommer. Bygningsdelene skal brukes til å bygge nye kjedede boliger både i og utenfor de berørte boligområdene. Eksisterende bebyggelse skal strippes ned til kjernestrukturen, som deretter skal kuttes med en diamantkutter til større elementer, som kassemoduler og dekke- og veggelementer, som dermed reduserer antall kutt og energi som brukes til kutting og løft.

I Multi er 280 m² (ca. 140 tonn) blå kalksteinsplater fra fasadesokkelen demontert og lagret, og skal monteres på de nye delene av sokkelen og noe innvendig kledning (Rotor 2020). Noen av de metalliske 'I'-profilene fra bygningsfasaden ble omgjort til rekkverk og lyktestolper. På terrassen skal det brukes blå kalksteinsplater hentet fra det tidligere hovedkvarteret til BNP Paribas Fortis-banken i

Brussel. Platene er designet av J. Wabbes og har stor kulturell verdi. I tillegg installeres Trespa fasadeplater fra donorbygg. Bevaringsandelen på flere av bygningsdelene var høye, men ombruk ble utfordret av asbestinnhold og begrenset demonterbarhet. Et stort ventilasjonsaggregat i bygget ble demontert og installert i et annet bygg. Også skillevegger i glass ble ombrukt i andre bygg. Betongkonstruksjonen, ventilasjonssystemet og en del av heismaskineriet (89 % av bygningsdelene, i vekt) er bevart, for å minimere transport til og fra byggeplassen (Vermandel 2021). I Botanisk ble 400 m² takmetallkledning og alle 60 betongplatene ombrukt lokalt. Signaturen til renoveringsprosjektet er fasadekledningen som består av 2 600 m² gjenvunne låveplanker fra Øst-Europa, mens terrassegulvet er 140m² Azobe-planker fra Nederland. Betongkonstruksjonen og ventilasjonssystemet på 50 000 m³ er bevart (Prégardien and Marique 2019).

Dokumentasjon og sertifisering

I begge de norske prosjektene ble det utført ombrukskartlegging og miljøkartlegging i forbindelse med utarbeidelse av avfallsplan. Ombrukselementene ble lagt inn i bygningsinformasjonsmodeller (BIM) for dokumentasjon av hvor de ulike materialene kommer fra, hvor de brukes og hvordan de kan ombrukes. Systemet for forvaltning, drift og vedlikehold sørger også for demonteringsanvisninger. I KA23 ble bygningsdeler som krevde dokumentasjon utelatt. Tilbakemelding fra byggeier i KA 13 er at det har vært krevende å fremskaffe dokumentasjon for tekniske egenskaper, særlig for bærende konstruksjoner. Vinduene mottatt av ombrukseksperter i Resirqel var fullstendig dokumentert og CE-merket. På grunn av endringer av det originale produktet, måtte brann dørene til trapperommet gjennom runder med leverandør, brannrådgiver og byggeier før de ble godkjent. Stål, hulldekkeelementer og tegl ble testet i lab og materialet ble resertifisert.

CH lagrer produktdata fra produsentene i BIM, noe som muliggjør kartlegging av plassering, ressursforbruk og vurdering av demonterbarhet per bygningsdel. Basert på BIM er det gjort LCA for å vurdere potensialet for reduksjon av CO₂-utslipp ved design for ombruk. Videre brukes en demonstrator (en 1:1-skalamodell av en rommodul i bygningen) som har vært offentlig utstilt i tre år, og vil bli demontert og transportert til Lisbjerg og satt sammen til det endelige CH-byggeprosjektet. Sensitivitetsanalyse utført i forkant viser en gevinst ved videresalg av elementene i fremtiden (Guldager Jensen and Sommer 2018). Sertifisering har ikke vært i fokus i de danske pilotprosjektene, men vugge-til-grav-sertifisering for noen ombrukbare bygningsdeler ble vurdert. RB har gjennom befaring kartlagt ressursene og utført miljøkartlegging av de eksisterende bygningsdelene. På grunn av manglende dokumentasjon ble det tatt betongboreprøver som ble testet i lab. Også i RB er LCA benyttet for å vurdere potensialet for reduksjon av CO₂-utslipp.

For begge de belgiske prosjektene var det ingen teknisk dokumentasjon tilgjengelig som kunne bekrefte strukturell motstandsdyktighet eller eventuelt miljøgiftinnhold. I Multi ble bygningsdeler testet med hensyn på miljøgiftinnhold eller strukturelle feil. For Botanisk fikk arkitektene svært lite informasjon om opprinnelsen til ombruksvarene i tre, og materialet ble derfor visuelt kontrollert og behandlet på nytt mot fuktighet, parasitter og brann. Dokumentasjonen til det gamle ventilasjonsanlegget som er rehabilitert i Botanisk, ble funnet. Prosjektet hadde en ambisjon om å bli Well-sertifisert³, et merke som har sterkt søkelys på kvaliteten på innendørsrom. I tillegg var ambisjonen å oppnå BREEAM-standarden "excellent". Well-sertifisering innebærer at prosjektlederne måtte dokumentere innhold av miljøgifter til alle ombruksdelene i bygget.

³ <https://www.wellcertified.com/>

Juridiske og politiske rammevilkår

For de norske prosjektene påpekes mangel på incentiver for ombruk. Internt ombruk (ombruk innen en organisasjon) rammes ikke av Byggevareforordningen, så det er spesielt eksternt ombruk som ble beskrevet som utfordrende både med tanke på mangel på dokumentasjon og risikoen knyttet til teknisk ytelsesevne. Plan- og bygningsetaten varslet tilsyn med produktdokumentasjon for å kontrollere at vinduer, dører, glassfelt og isolasjon er i tråd med DOK. Det nevnes i erfaringsrapporten at DOK er krevende å tolke, og prosjektet har benyttet juridisk bistand (Entra 2021).

En studie som undersøkte hvordan den danske lovgivningen påvirker design for ombruk, og som ble gjort som en del av CH-prosjektet, fant at det ikke finnes juridiske barrierer for ombruk av bygningsdeler, men at lovverket heller ikke fremmer ombruk (Lauritzen Advising and Horten 2017). For CH var det utfordrende å ha synlige og tilgjengelige skjøter på grunn av brannsikkerhets- og akustikk-krav. Under CH-prosjektet ble det også erfart at ansvaret for fremtidig ombruk er vanskelig å plassere gitt dagens lovverk.⁴ I tillegg er det knyttet risiko til fremtidig ombruk på grunn av bestemmelser om miljøgifter⁵ og avfallshåndtering⁶. For RB var det utfordrende at de tekniske kravene og kravene til byggevardokumentasjon i den danske bygningsloven også gjelder for bruk av ombruksvarer, særlig på grunn av mangelen på harmoniserte standarder og metodebeskrivelser. Den danske avfallslovgivningen gjelder også for ombruk. Derfor må alle RB-bygningsdeler testes og dokumenteres før de kan ombrukes. Et dansk selskap har imidlertid klart å standardisere testing og dokumentasjon av brukt murstein, slik at de kan få CE-sertifikat, noe som gjør det enklere for dem å selge brukt murstein for ombruk sammenliknet med andre ombruksvarer.

For de belgiske prosjektene var ikke de ombrukte bygningsdelene avgjørende for stabilitet eller vanntetthet, noe som gjør det lettere for prosjektene å samsvare med byggeforskriftene. Kommunen godkjente Multi-prosjektet uavhengig av ombruksdelene. Siden Botanisk ligger på universitetsområdet krevdes ingen byggetillatelse, men en beskrivelse av renoveringsprosjektet måtte sendes til myndighetene. Reglene for offentlige anbud gjorde likevel dokumentasjonen av ombruksdelene krevende. De prosjektansvarlige måtte gjennomføre en markedsundersøkelse for å finne de gjennomsnittlige egenskapene til ombrukt trekledning. Siden bygget er en blokk, måtte fasadeelementene i tre brannbehandles.

Kostnader og tidsbruk

For begge de norske prosjektene mangler et helhetlig kostnadsbilde. Beregninger for KA13 viser besparelser for enkelte bygningsdeler, men manglende erfaring med ombruk har krevd ekstra ressurser og kostnader for anskaffelse, logistikk, testing og bearbeiding. For KA23 ble det vist at vernestatus kan være en kostnadsdriver, blant annet på grunn av økt konsulentbistand. Beregninger viser imidlertid at avhending kan redusere avfallsmengden med 30 %, og dermed redusere kostnader ved avfallshåndtering (Schorre 2021). I intervjuene kom det likevel frem at kostnadene var mindre viktig enn det å realisere forbildeprosjektet, og at dette drives frem av ildsjeler.

CH hadde en lengre konsept- og designfase sammenliknet med konvensjonelle byggeprosjekter (2017-2021). Det danske miljødirektoratet og det private fondet Realdania finansierte 15 % av prosjektkostnadene, noe som ble ansett som kritisk for realisering av prosjektet. Ildsjeler har vært viktig for realisering av de danske prosjektene, i likhet med de norske. Det forventes at videresalg av bygningsdelene for ombruk vil være lønnsomt på lang sikt. Byggenes fleksible utforming og forventet

⁴ AB92 (Almindelige Betingelser for arbejder og leverancer i bygge- og anlægsvirksomhed), ABT93 (Almindelige betingelser for totalentreprise) og ABR89 (Almindelige Bestemmelser for teknisk Rådgivning og bistand)

⁵ Restproduktbekjendtgørelsen i Miljøbeskyttelsesloven

⁶ Affaldsbekjendtgørelsen i Miljøbeskyttelsesloven

reduisert vedlikeholdsbehov vil bidra til reduserte kostnader, og Demonstratoren viste at monteringsprosessen går raskt. Realdania har også finansiert analyse, testing og design for RB. Kostnadene og tidsbruk ved å bruke ombrukte bygningsdeler i nybygg er foreløpig ikke kjent.

De belgiske prosjektene har tilsvarende kostnader og varighet som konvensjonelle renoveringsprosjekter. Ambisjonen om 2 % ombruksgrad i Multi gir ikke utslag på total kostnadene. De budsjetterte logistikk-kostnadene er høyere enn for renoveringsprosjekter som kun bruker nye bygningsdeler, mens materialkostnadene er lavere. At prosjektvarigheten ikke ble påvirket av ombruk skyldes hovedsakelig at demontering av enkelte bygningsdeler kunne foregå mens bygningen fortsatt var i bruk. Bevaring av bygningsdeler bidro til å redusere kostnadene i Botanisk. Arkitektene anslår at det rehabiliterte ventilasjonssystemet står for 30-50 % av kostnadsbesparelsene sammenlignet med fullstendig utskifting. Lokalt ombruk av bygningsdeler har ført til en kostnadsbesparelse på 10-20 %. Å benytte gjenvunnet treverk til fasaden og terassegulvet utgjorde en kostnadsøkning på 25-40 % sammenliknet med anskaffelse av nye trevarer, men kostnadsøkningen ble delvis kompensert med besparelser fra underkonstruksjonen.

Anskaffelse og avhending

Fordi det ikke finnes noen sentral markeds plass for ombruksvarer, var det krevende å skaffe brukte og ombrukbare bygningsdeler for de norske prosjektene. Arkitekter, miljø- og ombruksrådgivere og prosjektleder begynte med å gjøre en visuell kartlegging av byggene, de undersøkte andre prosjekter, og arkitektene vurderte redesign. Levetid, kostnad og miljøpåvirkning inngår i kriteriene for valg av ombruksvarer. Plattformen Rehub⁷ ble testet i KA13, ellers gikk søkene via Grønn byggallianses⁸ nyhetsbrev og finn.no. For KA23 ble ombrukskartlegging i tillegg utført gjennom arbeidsverksteder (Statsbygg and Grønn Byggallianse 2021). Digitale markeds plasser eksisterer i Danmark, men de ble ikke brukt i de danske prosjektene. Materialbeholdningen på disse nettplattformene og bruken av dem er begrenset, og anskaffelse av ombruksvarer er fortsatt veldig avhengig av nettverk. I CH ble ulike interessenter fra verdikjeden kontaktet for å finne ombruksløsninger. I RB ble det tatt utgangspunkt i tre bygninger på den danske Ghattolisten. For disse ble det via et samarbeid mellom forskere, entreprenører og arkitekter kartlagt og anslått type og mengde tilgjengelige og ombrukbare bygningsdeler for alle boligene på Ghattolisten. Begge de belgiske prosjektene er storskala renoveringsprosjekter, og det var utfordrende å finne estetisk compatible ombruksvarer som skulle erstatte ensartede bygningsdeler. Noen av bygningsdelene ble erstattet med byggevarer fra overskuddslager. Mangel på mellomlagring gjorde anskaffelse krevende. Da et rivingsprosjekt ble utsatt, forsvant denne fra listen over donorbygg. Trevarerne til fasaden og terassegulvet kom fra flere ulike donorer, hovedsakelig fra Øst-Europa.

Sammenlikning av prosjektene

Tabell 2 sammenlikner prosjektene med hensyn på de fem aspektene; 1) type ombruk, 2) dokumentasjon og sertifisering, 3) juridiske og politiske rammevilkår, 4) kostnader og tidsbruk, og 5) anskaffelse og avhending. Vi oppsummerer etter en tretrinns skala: *ja*, *nei* eller *delvis*. I tillegg har vi "Ikke tilgjengelig", som betyr at informasjon om dette ikke ennå er tilgjengelig.

⁷ <https://www.rehub.no/>

Alle typene ombruk som er definert i studiet er representert, og begge de norske prosjektene dekker alle ombrukstypene. Alle seks prosjektene har gjennomført ombrukskartlegging i ulik grad. De norske prosjektene, RB og Multi har også gjennomført miljøkartlegging. Manglende dokumentasjon var en utfordring for de norske og belgiske prosjektene. I Norge gjaldt dette hovedsakelig anskaffelse fra donorbygg med andre byggeiere. For KA13, RB og Multi ble flere bygningsdeler testet. Alle seks prosjektene har gjennomført ombrukskartlegging i ulik grad. De norske prosjektene, RB og Multi har også gjennomført miljøkartlegging. Et av prosjektene har oppnådd bærekraftsertifisering. Sertifisering har ikke vært i fokus for de norske og danske prosjektene, mens det belgiske prosjektet Multi hadde sertifisering som uttalt mål. Sertifiseringsordninger benyttes i økende grad i byggesektorene i alle landene. Revisjonsutkast for kriteriene i BREEAM-NOR, Svanemerket og Miljøfyrtårn i Norge (Sandberg and Kvellheim 2021) og DGNB i Danmark fremmer ombruk i større grad enn de gjeldende kriteriesettene, så sertifisering kan bli en viktigere driver.

Alle prosjektene har hatt utfordringer med juridiske eller politiske rammevilkår, for eksempel brannforskrifter, og rammevilkårene står ofte i veien for ombruk. Alle landene er påvirket av EU-lovgivning, som er i ferd med å fremme ombruk i større grad, så denne situasjonen kan se ut til å endre seg til det bedre. I Belgia er rammevilkårene mer regionale, noe som framstår som en fordel for ombruk. Andre studier viser eksempelvis til at kommunene kan bli en viktig driver for ombruk gjennom innkjøpsmakten (Castell-Rüdenhausen et al. 2021; Alhola et al. 2018).

Ombruk kan redusere kostnader og tidsbruk for enkelte bygningsdeler, men det er kun de belgiske prosjektene som ikke hadde overskridelser i totale prosjektkostnader og tidsbruk, sammenliknet med konvensjonelle prosjekter. På lenger sikt vil mer lokal tilgjengelighet av ombruksvarer og lagerkapasitet, mer fleksible løsninger, design for ombruk og etablerte prosesser bidra til å redusere kostnadene. Prosjektene kan imidlertid ha samfunnsøkonomisk gevinst, dersom man inkluderer verdiskaping knyttet til nye forretningsområder og positiv miljøeffekt i beregningene (Entra 2021). Dette kan tale for etablering av støtteordninger direkte innrettet mot ombruk.

Alle prosjektene med behov for anskaffelse har benyttet nettverk eller bransjekontakter. Belgia ligger lenger fremme i utviklingen av fysiske markedsplasser enn de øvrige landene, mens digitale markedsplasser er i liten grad blitt brukt. Digitale markedsplasser gjør det mulig å selge ombruksvarer mens de befinner seg i bygg, og man kan dermed unngå unødvendig demontering. Behov for mellomlagring kan imidlertid hindre innkjøpslogistikken. Med den siste tidens oppsving i etablering og oppgraderinger av markedsplasser, vil denne barrieren trolig brytes ned på sikt (Knoth, Fufa, and Seilskjær 2022).

Læringspunkter

De seks prosjektene er karakterisert som forbildeprosjekter av ulike årsaker. KA13 har fått status som prototype for maksimert ombruksgrad, og de belgiske prosjektene nærmer seg beskrivelser av ny praksis. Prosjektene som representerer renovasjonsprosjekter, peker på et stort ombrukspotensial for eksisterende bygg. De viser at ombruk i stor skala er mulig, og at det kan være en god måte å bevare byggenes originale karaktertrekk på. Dette understreker viktigheten av å sette prosjektmål, som å tilfredsstille FutureBuilt-kriteriene og/eller å redusere CO₂-utslipp. Utslippsreduksjoner og å ombruke så mye som mulig har motivert alle prosjektene presentert i studiet, med unntak av Botanisk i Belgia (se tabell 1). FutureBuilt-kriteriene kunne imidlertid vært enda mer spesifikke, for eksempel definert per type ombruk. Å stille ambisiøse og klart definerte krav om ombruk i offentlige anskaffelser, for eksempel ved å spesifisere minimums-ytelseskrav, og å tildele ekstrapoeng for ombruk i merkeordninger, kan motivere byggebransjen til økt ombruk. Omdømme viser seg å ha vært en viktig

motivasjonsfaktor for flere av prosjektene, og vi ser av andre pilotprosjekter at omdømme, spesielt for større aktører i bransjen, kan være en viktig driver for omstillingen (Knoth, Fufa, and Seilskjær 2022). Ildsjeler har vist seg å være viktig for realisering av prosjekter som blir dyrere enn konvensjonelle prosjekter. Flexibilitet med tanke på endring i bruksområde og fremtidig ombruk er en annen viktig motivasjonsfaktor for prosjektene i Norge og Danmark.

Type og omfang av ombruk er prosjektavhengige. Også definisjonen av ombruk varierer mellom prosjekter, og til og med innad i land. Dette viser behovet for harmonisering av definisjoner for ombruk for å skape en felles forståelse mellom prosjekter og land. Bevaring av eksisterende bygningsdeler, som den bærende konstruksjonen, er vanlig praksis i renoveringsprosjekter. Bevaring bør prioriteres, fordi løsningen representerer tiltak på et høyere nivå i avfallspyramiden og reduserer behov for logistikk-løsninger og kostnader. Deretter bør internt og/eller lokalt ombruk prioriteres, fordi man unngår involvering av en tredjepart for forsyning av bygningsdeler (Ibenholt et al. 2020).

Dagens bygninger, med få unntak, er ikke tilrettelagt for demontering. Demontering fremfor rivning medfører derfor økte kostnader og tidsbruk. I CH påpekes det et behov for å endre måten vi behandler bygningsdelene på. Endringsdyktighet innebærer i FutureBuilt-kriteriene generalitet (mulighet for funksjonsendring), fleksibilitet (muligheter for å endre egenskaper) og elastisitet (mulighet for å endre bruksareal) (FutureBuilt 2021). Analysen tyder på at det juridiske og politiske rammeverket heller ikke er tilpasset ombruk, og fremstår som hinder for realisering av forbildeprosjekter.

Prosjektene har vist seg å være en effektiv læringsarena som blant annet har gjort det mulig å teste ulike løsninger i ulik skala. Funnene indikerer også at utvikling av harmoniserte testmetoder og dokumentasjon på ombruksvarer vil betydelig kunne bidra til å realisere potensialet for ombruk. Ombruksprosjekter vil også kreve tettere samarbeid i verdikjeden, og nettverk er derfor viktig. Usikkerhet knyttet til materialtilgang stiller krav til at det legges vekt på fleksibilitet i konsept- og designfasen, slik at man selv i byggefasen raskt kan tilpasse seg endringer i leveransetidspunkt, volum og egenskapene til ombruksdelene. Det forventes mer effektive prosesser når ombruksinfrastrukturer på plass. Likevel ser vi en stor fordel i at ombruk kommer inn i en tidlig planleggingsfase, og blir en integrert del av hele prosjektet.

Som litteraturen også viser (Çimen 2021), vitner beskrivelsene av rammevilkårene for ombruk om et umodent marked, hvor Belgia ser ut til å lede an sammenliknet med Norge og Danmark. I Belgia har etablerte markedsplasser for ombruksvarer, og erfaringer fra de belgiske prosjektene tydeliggjort den viktige rollen omsetningsleddet har. Videre vektlegges tilgang på lokale mellomlager som viktig for å realisere ombruksprosjekter, både i Norge og Belgia. Digitalisering kan bidra til å fremme ombruk. De norske og danske prosjektene har benyttet BIM, som blant annet muliggjør en mer detaljert planlegging og analyse av materialbehov og byggeprosess. Likevel ville en bedre sporbarhet av ombruksmaterialene (med for eksempel materialpass som har informasjon om produsenter, bestanddeler og tekniske egenskaper) ha gjort ombruk i prosjektene lettere (Benachio, Freitas, and Tavares 2020). Videre indikerer funnene viktigheten av å beregne den faktiske måloppnåelsen til prosjekter. Eksempler på indikatorer kan være ombruksprosentandel, faktiske kostnader og miljøpåvirkning. Vi anbefaler å benytte transparente evalueringsmetoder. Begrenset kunnskap om ombruk (f.eks. knyttet til mangel på storskala referanseprosjekter), mangel på løsninger og prosesser for demontering og ombruk kan påvirke omfanget og aksept av ombruk, og resultere i høyere kostnader og tidsbruk (Eberhardt, Birkved, and Birgisdottir 2020).

Oppsummering og veien videre

Denne artikkelen presenterer innsikt i førstehåndserfaringer fra seks forbildeprosjekter på ombruk av bygningsdeler i Norge, Danmark og Belgia. Prosjektene vurderes med hensyn på fem sentrale aspekter ved ombruk; Analyse og sammenlikning av data fra dokumentstudier og intervjuer viser at ombrukskultur varierer mellom landene og mellom prosjekter innad i landene. I Belgia er bevaring vanlig praksis ved renovasjonsprosjekter. I Norge og Danmark er renovasjonsprosjekter som inkluderer ombruk fremdeles på pilotstadiet. I Norge, og spesielt i hovedstadsområdet, fremmes ombruk gjennom FutureBuilt's kriterier for sirkulære bygg, som bidrar til å sette ombruksmål.

Konkrete ombruksmål fremstår som en viktig driver for realisering av forbildeprosjekter. I alle prosjektene har mangel på dokumentasjon og eksisterende juridiske og politiske rammevilkår hatt negativ innvirkning på ombruk. Kostnader er fremdeles en viktig barriere, men erfaringer fra de norske og danske pilotene viser kostnadsbesparelser ved ombruk av enkelte bygningsdeler, og den danske piloten for design for ombruk indikerer mulig fortjeneste ved videresalg. I Belgia har man mer erfaring med storskala renoveringsprosjekter, og de belgiske pilotene oppnådde lavere kostnader og tidsbruk

Ombruk må bli en sentral del av rehabiliterings- og byggeprosjekter fremover og bør fremmes gjennom flere pilotprosjekter og utveksling av erfaringer i relevante nettverk, etablering av støtteordninger som er spisset mot ombruk og etablering av digitale og fysiske markedsplasser for anskaffelse og avhending av ombruksvarer. For å oppnå beste praksis er det behov for standardisering av prosedyrer for dokumentasjon. Det finnes ambisiøse mål for ombruk, både nasjonalt og internasjonalt, men lover og regelverk spiller ikke på lag med forventningene. Realiteten for ombruk er fortsatt komplisert og krever mange omveier for engasjerte aktører. EU-kommisjonen kan foreslå en felles definisjon, mål og rangering av de ulike typene ombruk. Det er også et behov for å synliggjøre nytten av ombruk ved å sette referanseverdier og bestemme indikatorer for måling. Innsamling og analyse av førstehåndserfaringer fra ombruksprosjekter er derfor nyttig.

Anerkjennelse av bidragsytere

Dette arbeidet har mottatt midler fra Norges forskningsråd gjennom forskningsprosjektet "REBUS - Gjenbruk av byggematerialer – et brukerperspektiv", under bevilgningsnr. 302754 og SINTEF Strategisk Egenfinansiert Prosjekt "Om og om igjen". Forfatterne takker for bidragene fra Ann Kristin Kvellheim og Camille Vandervaeren (SINTEF Community), Erlend Seilskjær (FutureBuilt), Harpa Birgisdottir (BUILD), Michel Pregardien (ULiege-ARI), Valerie Vermandel (Whitewood) og Lionel Billet (ROTOR).

Vedlegg

Se vedlegg 1.

Referanser





- Aarhus, Christian. 2021. "Ombruksbygg vant Oslo kommunes miljøpris." June 14, 2021. <https://www.bygg.no/article/1469992!/>.
- Abd, Abbas M., and Alaa S. Khamees. 2017. "As Built Case Studies for BIM as Conflicts Detection and Documentation Tool." Edited by Jun Liu. *Cogent Engineering* 4 (1): 1411865. <https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1411865>.
- Alhola, Katriina, Sven- Olof Ryding, Hanna Salmenperä, and Niels Juul Busch. 2018. "Exploiting the Potential of Public Procurement: Opportunities for Circular Economy" 23 (1): 96–109. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jiec.12770>.



- arkitektnytt.no. 2021. "Statens pris for byggkvalitet til sirkulærbygg." Text/html. arkitektnytt.no. arkitektnytt.no. <https://www.arkitektnytt.no/>. September 30, 2021. <https://www.arkitektnytt.no/nyheter/byggeskikkprisen-til-sirkulaerbygg>.
- BeCircular. 2021. "Brussels Regional Programme for Circular Economy (BRPCE)." BeCircular. 2021. <https://www.circulareconomy.brussels/a-propos/le-prec/?lang=en>.
- Benachio, Gabriel Luiz Fritz, Maria do Carmo Duarte Freitas, and Sergio Fernando Tavares. 2020. "Circular Economy in the Construction Industry: A Systematic Literature Review." *Journal of Cleaner Production* 260 (July): 121046. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121046>.
- Birgisdóttir, Harpa, and Sussie Stenholt Madsen. 2017. "Bygningers Indlejrede Energi Og Miljøpåvirkninger. Vurderet for Hele Bygningens Livscyklus." *Forskning i Det Byggede Miljø*, SBI 2017:08. <https://build.dk/Pages/Bygningers-indlejrede-energi-og-miljoepaavirkninger.aspx>.
- Cabrera Serrenho, André, Michał Drewniok, Cyrille Dunant, and Julian M. Allwood. 2019. "Testing the Greenhouse Gas Emissions Reduction Potential of Alternative Strategies for the English Housing Stock." *Resources, Conservation and Recycling* 144 (May): 267–75. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.02.001>.
- Castell-Rüdenhausen, Malin zu, Margareta Wahlström, Thilde Fruergaard Astrup, Carl Jensen, Anke Oberender, Pernilla Johansson, and Eirik Rudi Waerner. 2021. "Policies as Drivers for Circular Economy in the Construction Sector in the Nordics." *Sustainability* 13 (16): 9350. <https://doi.org/10.3390/su13169350>.
- Çimen, Ömer. 2021. "Construction and Built Environment in Circular Economy: A Comprehensive Literature Review." *Journal of Cleaner Production* 305: 127180. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127180>.
- Danmarks regering. 2021. "Aftale Mellem Regeringen (Socialdemokratiet) Og Venstre, Dansk Folkeparti, Socialistisk Folkeparti, Radikale Venstre, Enhedslisten, Det Konservative Folkeparti Og Alternativet Om: National Strategi for Bæredygtigt Byggeri." <https://im.dk/Media/C/4/Endelig%20aftaletekst%20-%20B%C3%A6redygtigt%20byggeri%20-%205.%20marts%202021.pdf>.
- Direktoratet for byggkvalitet. 2017. *Byggteknisk forskrift (TEK17)*. <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- . 2021. "Ombruk Av Byggevarer. Høringsnotat: Forslag Om Endring Av Forskrift Om Omsetning Og Dokumentasjon Av Produkter Til Byggverk (DOK)."
- EC Directive. 2008. *Waste Directive 2008/104/EC*. 2008/104/EC. https://doi.org/10.1007/978-1-137-54482-7_45.
- Entra. 2021. "Erfaringsrapport Ombruk Kristian August Gate 13." https://entra.no/storage/uploads/article-documents/1_ka13-erfaringsrapport-ombruk-20012021.pdf.
- FutureBuilt. 2021. "FutureBuilt - Kristian Augusts Gate 23." 2021. <https://www.futurebuilt.no/Forbildeprosjekter#!/Forbildeprosjekter/Kristian-Augusts-gate-23>.
- Gallego-Schmid, Alejandro, Han-Mei Chen, Maria Sharmina, and Joan Manuel F. Mendoza. 2020. "Links between Circular Economy and Climate Change Mitigation in the Built Environment." *Journal of Cleaner Production* 260 (July): 121115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121115>.
- Guldager Jensen, Kasper, and John Sommer. 2018. *Building a Circular Future - 3rd Edition*. 3rd ed. https://gxn.3xn.com/wp-content/uploads/sites/4/2018/09/Building-a-Circular-Future_3rd-Edition_Compressed_V2-1.pdf.
- Hart, Jim, Katherine Adams, Jannik Gieseckam, Danielle Densley Tingley, and Francesco Pomponi. 2019. "Barriers and Drivers in a Circular Economy: The Case of the Built Environment." *Procedia CIRP*, 26th CIRP Conference on Life Cycle Engineering (LCE) Purdue University, West Lafayette, IN, USA May 7-9, 2019, 80 (January): 619–24. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.12.015>.
- Høibye, Linda, and Henrik Sand. 2018. *Circular Economy in the Nordic Construction Sector: Identification and Assessment of Potential Policy Instruments That Can Accelerate a Transition*

- Ibenholt, Karin, Frisell, Marte Marie, Gobakken, Lone Ross, Hegnes, Atle Wehn, Walbækken, Mikkel Myhre. 2020. *Samfunnsøkonomisk analyse av redusert avfall i byggebransjen*. Samfunnsøkonomisk analyse. https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/samfunnsokonomisk-analyse-av-reduisert-avfall-i-byggebransjen_nibio-og-samfunnsokonomisk-analyse-2020.pdf
- ISO. 2020. "ISO 20887:2020 Sustainability in Buildings and Civil Engineering Works — Design for Disassembly and Adaptability — Principles, Requirements and Guidance."
- Klima- og miljødepartementet. 2021. "Nasjonal Strategi for Ein Grøn, Sirkulær Økonomi." Oslo. <https://www.regjeringen.no/contentassets/f6c799ac7c474e5b8f561d1e72d474da/t-1573n.pdf>.
- Knoth, Katrin, Selamawit Mamo Fufa, and Erlend Seilskjær. 2022. "Barriers, Success Factors, and Perspectives for the Reuse of Construction Products in Norway." *Journal of Cleaner Production* 337 (February): 130494. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130494>.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. 2008. *Lov Om Planlegging Og Byggesaksbehandling*. LOV-2008-06-27-71. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.
- Kommunal-og moderniseringsdepartementet. 2021. "Nå blir det enklere å bruke brukte byggematerialer om igjen." Pressemelding. Regjeringen.no. regjeringen.no. January 14, 2021. <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/kmd/pressemeldinger/2021/na-blir-det-enklere-a-bruke-brukte-byggematerialer-om-igjen/id2828497/>.
- Lauritzen Advising and Horten. 2017. "Analyse af de Væsentligste Lovgivningsmæssige Barrierer og Muligheder ved Cirkulært Byggeri." <https://www.byggerietssamfundsansvar.dk/bibliotek/generel/59-analyse-af-de-vaesentligste-lovgivningsmaessige-barrierer-og-muligheder-ved-cirkulaert-byggeri/file>.
- Miljø- og Fødevarerministeriet. 2018. "Strategi for Cirkulær Økonomi Mere Værdi Og Bedre Miljø Gennem Design, Forbrug Og Genanvendelse." Copenhagen. https://www.regeringen.dk/media/5626/strategi-for-cirkulaer-oekonomi_web.pdf.
- Munaro, Mayara Regina, Sérgio Fernando Tavares, and Luís Bragança. 2020. "Towards Circular and More Sustainable Buildings: A Systematic Literature Review on the Circular Economy in the Built Environment." *Journal of Cleaner Production* 260 (July): 121134. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121134>.
- Nordby, Anne Sigrid. 2019. "Barriers and Opportunities to Reuse of Building Materials in the Norwegian Construction Sector" 225 (February): 012061. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1/012061>.
- Opalis. 2021. "Opalis - Fournisseurs." Text. Opalis. 2021. <https://opalis.eu/fr/revendeurs>.
- Prégardien, Michel, and Anne-Françoise Marique. 2019. "L'Institut de Botanique de l'ULg." Text. Opalis. 2019. <https://opalis.eu/fr/projets/linstitut-de-botanique-de-lulg>.
- Rakhshan, Kambiz, Jean-Claude Morel, Hafiz Alaka, and Rabia Charef. 2020. "Components Reuse in the Building Sector – A Systematic Review." *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy* 38 (4): 347–70. <https://doi.org/10.1177/0734242X20910463>.
- Röck, Martin, Marcella Ruschi Mendes Saade, Maria Balouktsi, Freja Nygaard Rasmussen, Harpa Birgisdottir, Rolf Frischknecht, Guillaume Habert, Thomas Lützkendorf, and Alexander Passer. 2020. "Embodied GHG Emissions of Buildings – The Hidden Challenge for Effective Climate Change Mitigation." *Applied Energy* 258 (January): 114107. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114107>.
- Rose, Colin M., and Julia A. Stegemann. 2018. "From Waste Management to Component Management in the Construction Industry." *Sustainability* 10 (1): 229. <https://doi.org/10.3390/su10010229>.

- Rotor. 2020. "Reclaiming Blue Limestone Slabs." Rotor - News. September 1, 2020. <https://rotordb.org/en/news/reclaiming-blue-limestone-slabs>.
- . 2021. "About Us | Rotor." Rotordb. 2021. <https://rotordb.org/en/about-us>.
- Rotor Deconstruction. 2021. "Brut – Rotor Deconstruction." 2021. <https://rotordc.com/brut/>.
- Sandberg, Eli, and Ann Kristin Kvellheim. 2021. "Ombruk Av Byggematerialer – Marked, Drivere Og Barrierer." Oslo: SINTEF. https://www.sintefbok.no/book/index/1302/ombruk_av_byggematerialer_marked_drivere_og_barrierer.
- Schorre, Ann Kristin. 2021. "Frokostmøte: Slik bestiller du en solid ombrukskartlegging." *Grønn byggallianse* (blog). September 15, 2021. <https://byggalliansen.no/tidligere-arrangementer/slik-bestiller-du-en-solid-ombrukskartlegging/>.
- Service public de Wallonie. 2021. "Circular Wallonia - Stratégie de Déploiement de l'économie Circulaire." Jambes, Belgium. https://economiecirculaire.wallonie.be/sites/ec/files/user_uploads/Rapport%20Circular%20Wallonia_DEF_v6_0.pdf.
- Statsbygg and Grønn Byggallianse. 2021. "Ombrukskartlegging Og Bestilling – Slik Gjør Du Det." <https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2021/08/veilderOmbrukskartleggingMedVedlegg.pdf>.
- Verhagen, Teun Johannes, Marijn Louise Sauer, Ester van der Voet, and Benjamin Sprecher. 2021. "Matching Demolition and Construction Material Flows, an Urban Mining Case Study." *Sustainability* 13 (2): 653. <https://doi.org/10.3390/su13020653>.
- Vermandel, Valerie. 2021. Reuse in the Multi project - the renovation of the Philips tower on Place De Brouckere, Brussels Interview by Camille Vandervaeren. Online call.
- Vlaamse Overheid. 2012. *VLAREMA, Art. 4.3.3*. <https://navigator.emis.vito.be/mijn-navigator?wold=44297>.

Tabell 1. Sentrale kjennetegn ved pilotene i Norge, Danmark og Belgia

Norge	KA13: Kristian Augusts gate 13	KA23: Kristian Augusts gate 23
Pilotprosjekt	 Bilde: Mad arkitekter/Kyrre Sundal	 Bilde: Dmitry Tkachenko
Prosjektttype	Renovering og nytt tilbygg	Renovering
Areal (m ²)	3500 (renovering) og 700 (tilbygg)	8736
Adresse	Tullinløkka, Oslo	Tullinløkka, Oslo
Byggeår	1950	1951
Prosjektperiode	2019-2021	2020-2022
Byggeier	Entra ASA	Höegh Eiendom
Prosjektarkitekt	MAD arkitekter	Arcasa arkitekter AS
Bygningstype	Næringsbygg	Næringsbygg
Mål	Ombruke så mye som mulig, og bruke så mange ombruksvarer som mulig og FutureBuilt's kriterier for sirkulære bygg (30 % ombruk av bygningsdeler og 20 % ombrukbare bygningsdeler)	Beholde byggets originale karaktertrekk og oppfylle FutureBuilt's kriterier for sirkulære bygg (30 % ombruk av bygningsdeler og 20 % ombrukbare bygningsdeler)
Måloppnåelse	80 % ombruk (80 % lokalt ombruk, 15 % fra donorbygg og 3 % ombruk og ombrukbarhet (av totalvekt)), 70 % reduksjon av CO ₂ -utslipp fra produksjon av byggematerialer	Foreløpige resultater viser 80 % ombruk og 53 % ombrukbarhet, ca. 65 % klimagassreduksjon sammenlignet med et referanseprosjekt og 30 % avfallsreduksjon
Prosjektstatus	Ferdigstilt	Under utførelse, planlagt ferdigstillelse i 2021
Danmark	CH: Circle House	RB: Ressource Blokken
Pilotprosjekt	 Illustrasjon: Torntoft og Mortensen	 Bilde: GXN Innovation
Prosjektttype	Nytt bygg designet for ombruk	Nye bygninger basert på ombruksvarer
Areal (m ²)	5456	Ca. 100m ² per boenhet
Adresse	Lisbjerg	Esbjerg
Byggeår	2021	1967
Prosjektperiode	2017-2023	2020-2021
Byggeiere	Lejerbo	Fyns Almennyttige Boligselskab and Ungdomsbo
Prosjektarkitekter	3XN, Vandkunsten, Lendager	GXN, JAJA, EFFEKT, Panum & Kappel, Spektrum
Bygningstype	Sosialboliger	kjedede boliger
Mål	Minst mulig vedlikehold og 90 % ombrukbarhet uten verditap	Finne skalerbare løsninger for ombruk for Danmarks Ghettoliste
Måloppnåelse	92 % ombrukbarhet uten verditap	Foreløpige resultater viser 50 % utslippsbesparelse
Prosjektstatus	Pågående. Forventet ferdigstillelse 2023	Pågående
Belgia	Multi: Multi næringsbygg	Botanisk: Botanisk Institutt ved Universitetet i Liège

Pilotprosjekt	 Bilde: CONIX RDBM Architects	 Bilde: Samuel Defourny
Prosjekttipe	Renovering	Renovering
Areal (m2)	45000	-
Adresse	Brussel	Liège
Byggeår	1969	1968
Prosjektperiode	2020-2022	2018
Byggeier	Whitewood	Université de Liège
Prosjektarkitekt	CONIX RDBM Architects	ULIEGE-ARI
Bygningstype	Næringsbygg med kontorer og restaurant	Universitetsbygg med kontorer og laboratorier
Mål	Minimum 2 % av installerte bygningsdeler skal ombrukes (i vekt)	Bevare kulturarv
Måloppnåelse	Ligger an til måloppnåelse	Det største ombruksprosjektet i Belgia
Prosjektstatus	Under utførelse (prosjektet ferdigstillelse januar 2022)	Ferdigstilt (2018)

Tabell 2. Sammenlikning av pilotprosjektene

Aspekter	Beskrivelse	Norge		Danmark		Belgia	
		KA13	KA23	CH	RB	Multi	Botanisk
Type ombruk	Lokalt ombruk	Ja	Ja	Nei	Nei	Ja	Ja
	Anskaffelse	Ja	Ja	Nei	Ja	Ja	Ja
	Avhending	Ja	Ja	Nei	Ja	Ja	Nei
	Bevaring av eksisterende bygningsdeler	Ja	Ja	Nei	Nei	Ja	Ja
	Design for ombruk	Ja	Ja	Ja	Nei	Nei	Nei
Dokumentasjon og sertifisering	Tilgjengelighet av dokumentasjon og godkjenning	Delvis	Delvis	Ja	Nei	Nei	Nei
	Testing av ombruksvarene	Delvis	Nei	Nei	Ja	Ja	Ikke tilgjengelig
	Gjennomført ombrukskartlegging	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
	Gjennomført miljøkartlegging	Ja	Ja	Nei	Ja	Ja	Ikke tilgjengelig
	Tildelt sertifisering for bærekraft	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ikke tilgjengelig
Juridiske og politiske rammevilkår	Regelverket hadde en positiv innvirkning på ombruk	Nei	Nei	Nei	Nei	Delvis	Delvis
Kostnader og tidsbruk	Ombruk hadde en positiv innvirkning på kostnader	Nei	Nei	Nei	Ikke tilgjengelig	Delvis	Delvis
	Ombruk hadde en positiv innvirkning på tidsbruk	Nei	Nei	Nei	Ikke tilgjengelig	Delvis	Delvis
Anskaffelse og avhending	Nettverk ble brukt til kjøp og/eller salg av ombruksvarer	Ja	Ja	Ja	Nei	Ja	Ikke tilgjengelig
	Fysiske markeds plasser ble brukt til kjøp og/eller salg av ombruksvarer	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja	Ja
	Digitale markeds plasser ble brukt til kjøp og/eller salg av ombruksvarer	Nei	Delvis	Nei	Nei	Nei	Nei

Vedlegg 1

Generell bakgrunnsinformasjon om landene

	Reference	NO	DK	BE
Befolkningstetthet (2021)	worldpopulationreview.com	17 cap/km ²	135 cap/km ²	381 cap/km ²
BNP per innbygger (2019, EU28 = 100)	Eurostat	143	128	117
Areal	Data.worldbank	365 108 km ²	40 000 km ²	30 280 km ²
% av BNP fra byggenæringen (2019)	OECD statistics	6,6 %	5,9 %	5,4 %
% av BNP fra eiendomsvirksomhet (2019)	OECD statistics	7,6 %	10,5 %	9,2 %
Generering av mineralavfall fra bygging og riving (2018)	Eurostat	2,4 Mt	4,1 Mt	21,7 Mt
Total avfallsproduksjon (2018)	Eurostat	14,1 Mt	21,4 Mt	67,6 Mt
Sirkulær materialbruksrate (2019)	Eurostat	Ukjent	7,6 %	24,2 %
Circularity gap index	Circularity gap report Norway	2,4 %	Ukjent	Ukjent

Juridisk rammeverk, retningslinjer og praktiske verktøy for ombruk av bygningsdeler

Norge

Juridisk rammeverk og retningslinjer:

- Nasjonal strategi for sirkulær økonomi: 70 % ombruk eller materialgjenvinning av bygg- og anleggsavfallet
- Plan- og bygningsloven (PBL): Mer effektiv ombruk og lenger levetid for bygg
- Byggeteknisk forskrift (TEK17): Minimum 70 % ombruk eller materialgjenvinning, lengst mulig levetid, kartlegging og valg av materialer som er egnet for ombruk
- Dokumentasjon av byggevarer (DOK)
- Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall (NHP)

Offentlige anskaffelseskriterier/krav om ombruk

- Handlingsplan for bærekraftig og redusert forbruk 2020-2023
- FutureBuilts kriterier for gjenbruk

Kartleggingsverktøy/digitale markedsplasser/retningslinjer:

- Digitale markedsplasser: Rehub, Loopfront, Resirgel, Ressurssentralen og Finn.no
- Materialpass: Madaster Norway
- Veiledning for ombrukskartlegging: Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), NGBC og Statsbygg
- Planlegging for ombruk: Eiendomssektorens veikart mot 2050

Danmark

Juridisk rammeverk og retningslinjer:

- Avfallsdirektiv: minimum 70 % gjenvinning av bygge- og riveavfall
- Byggevarereforordningen om bærekraftig ressursbruk og gjenvinning
- Handlingsplan for sirkulær økonomi - Nasjonal plan for forebyggelse og håndtering av avfall 2020-2023
- Frivillig bærekraftsklasse i den danske byggeloven
- CO₂-grenser i den danske byggeloven i 2023
- Avgift på bygge- og riveavfall som går til deponi
- Demonstrasjonsprogram for miljøteknologiutvikling (midler til utvikling av grønn teknologi)
- CE-merking av ombruksmurstein

Offentlige anskaffelseskriterier/krav om ombruk

- DGNB-kriterier TEC 1.6

Ombrukskartleggingsverktøy/digitale markedsplasser/retningslinjer:

- Digital markedsplass: Den blå avis, Genbyg, Byg Cirkulært, PlusByg, J. Jensen Genbrug
- Fysisk markedsplass: Genbrug, PlusByg

Belgia

Juridisk rammeverk og retningslinjer:

- Gjenbruk oppmuntres, men ikke regulert av noen byggeforskrifter i Flandern, Wallonia eller Brussel. Noen initiativer (f.eks. BeCircular, Flanders Circular) gir midler til eksemplariske byggeprosjekter som involverer ombruk av byggematerialer.

Offentlige anskaffelseskriterier/krav om ombruk:

- Kriterier fastsettes av byggeiere på frivillig basis

Ombrukskartleggingsverktøy/digitale markedsplasser/retningslinjer:

- Digitalt kart over produktforhandlere (Opalis.be)
- Veiledning for identifisering av ombrukbare bygningsdeler/revisjoner før riving
- Veileder for offentlige anbud (for prosjekteiere)
- Veiledning for prosjektspesifikasjon (for arkitekter)
- Veiledning for demontering
- Veileder for avfallssortering på byggeplass (for entreprenører)
- Repertoar av selskaper som driver med innsamling og behandling av byggeavfall: Brut by RotorDc, Cornermat, Werflink.be (digitale markedsplasser), Tracimat