

Kari Sørnes • Anne Sigrid Nordby • Henning Fjeldheim
Said Moqim Bani Hashem • Mads Mysen • Reidun Dahl
Schlanbusch

Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer



SINTEF Fag

Kari Sørnes, Anne Sigrud Nordby, Henning Fjeldheim, Said Moqim Bani Hashem,
Mads Mysen og Reidun Dahl Schlanbusch

Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Fag 18

Kari Sørnes, Anne Sigrid Nordby, Henning Fjeldheim, Said Moqim Bani Hashem,
Mads Mysen og Reidun Dahl Schlanbusch

Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer

Emneord:

Ombruk, gjenbruk, byggavfall, ressursbruk, oppgradering

Prosjektnr: UPGRADE: 102000162

Forsidefoto: Fotoet viser riving av Statsbyggs bygning i Gaustadalléen 25.

Statsbygg har gitt tillatelse til å bruke bildet. Foto: Kari Sørnes, SINTEF Byggforsk

ISSN 1894-1583

ISBN 978-82-536-1384-0 (pdf)

ISBN 978-82-536-1385-7 (trykt)

100 eks. trykt av AIT AS e-dit

Innmåt: 100 g munken polær

Omslag: 240 g trucard

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2014

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser.

Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bære tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk. Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Byggforsk

Forskningsveien 3 B

Postboks 124 Blindern

0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 55

Faks: 22 96 55 08

www.sintef.no/byggforsk

www.sintefbok.no

FORORD

Det er opplagte miljøgevinster å hente ved ombruk av byggematerialer. Generelle besparelser av energi- og miljøfaktorer, i tillegg til en prioritering av ombruk framfor gjenvinning gjennom avfallshierarkiet, underbygges i flere studier. Mange arkitekter har dessuten vist at ombruk er interessant å jobbe med i prosjektering av nye bygg. Vi har en rekke nyere eksempler på at ombruk har resultert i kreative og visjonære prosjekter, både i Norge (Pilestredet Park, Helen&Hard-prosjekter, Powerhouse, Stavneblokka) og i utlandet (for eksempel i NL; Superuse.org). Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) (§ 9–5 Avfall, punkt 3) krever at det velges produkter til byggverk som er egnet for ombruk og materialgjenvinning. Likevel er det lite utbredt i Norge i dag. Utfordringene for en videre utvikling på feltet ligger i mangel på insentiver, i det juridiske rammeverket når for eksempel tekniske egenskaper bør dokumenteres, praktiske utfordringer når det gjelder lagring, HMS-utfordringer ved demontering av farlig avfall og økonomisk ved at arbeidskostnader kan øke ved selektiv riving.

Denne rapporten er et resultat av arbeidet knyttet til forskningsprosjektet UPGRADE, som handler om kartlegging av potensial og vurdering av nye løsninger som kan nyttes inn i oppgradering av eksisterende bygninger. Prosjektet finansieres av Forskningsrådet, SINTEF Byggforsk og deltakende bedrifter. Sammen med SINTEF Byggforsk er det spesielt partnerne Asplan Viak, Skanska og Norsk Gjenvinning Entreprenør AS som har vært involvert i arbeidet med rapporten, et arbeid som bygger videre på tidligere rapporter om ombruk.

Denne rapporten består først av en generell del som beskriver det juridiske rammeverket og kritiske punkter som angår ombruk, med diskusjoner og forslag til løsninger på disse utfordringene. Deretter beskrives åtte ombruksscenarier for aktuelle materialgrupper, der utvalget av materialer er basert på muligheten for høy miljøgevinst. Kunnskapen som er presentert, er basert på tidligere arbeid og erfaringer fra de involverte partene.

Formålet med denne utredningen er å kartlegge og diskutere utfordringene for en videre utvikling på feltet. Kjernespørsmålet er hvilke produkter som totalt sett representerer de lavest hengende fruktene, og som dermed kan være viktig å satse på. Det er en målsetning at dette arbeidet på sikt kan bidra til å overkomme noen av hindringene vi har i dag, slik at ombruk kan bli et kostnadseffektivt og praktisk alternativ til nye materialer i markedet, både internt i oppgraderingsprosjekter og gjennom tredjepartsleverandør.

Takk til gode bidragsytere:

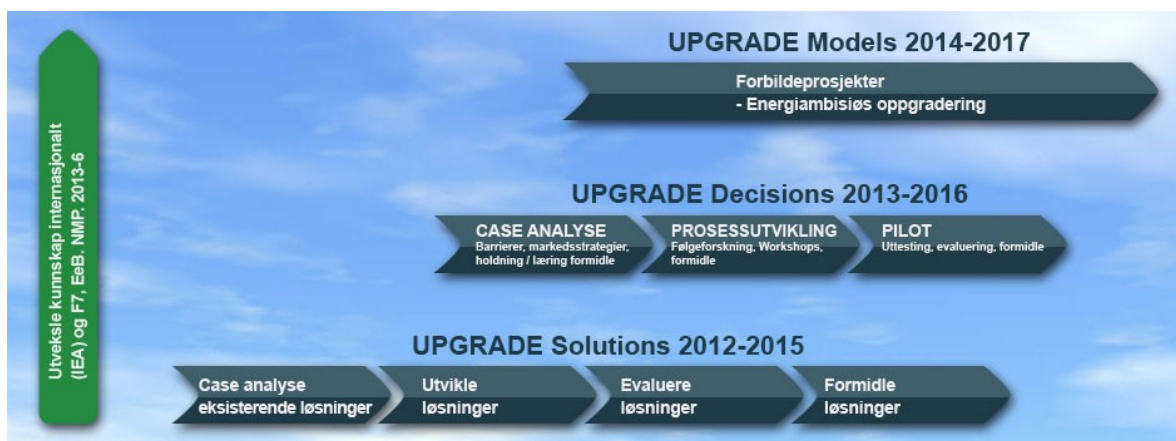
Knut Ivar Edvardsen, Eirik Wærner, Niels Lassen, Arne Hugo Elde, Ulla Hahn, Lars Henrik Moe, Inger Andresen, Jon Nordberg, Sveinung Ørjan Nesheim, Thale Sofie Plesser, Christian Engelsen, Sofie Mellegård, Anders Kirkhus, Espen Aronsen, Bjørn S. Johansen, Fritjof Salvesen og Finn Madsø.

UPGRADE

UPGRADE Solutions er et innovasjonsprosjekt i næringslivet som skal identifisere, utvikle og formidle løsninger som er avgjørende for å oppgradere yrkesbygg mot passivhusnivå. Prosjektet deltar også i det internasjonale forskningsprosjektet IEA SHC task 47 "Renovation of Non-residential Buildings towards Sustainable Standards". Prosjektet retter seg mot næringsbygg og skoler og omfatter også oppgradering av bygg med verneverdige hensyn.

UPGRADE Solutions startet i januar 2012 og strekker seg over 3 år og er det første av tre planlagte UPGRADE prosjekter som i sum skal bidra sterkt til gjennombrudd for energiambisiøs oppgradering av eksisterende yrkesbygg. I UPGRADE Decisions skal vi identifisere hva som hindrer og fremmer energiambisiøs oppgradering, bryte ned barrierer og gjøre slike oppgraderinger attraktive.

I UPGRADE Models skal vi demonstrere integrerte løsninger med arkitektonisk kvalitet som gir en helhetlig energiambisiøs oppgradering gjennom forbildeprosjekt.



UPGRADE prosjektene skal fremme energiambisiøs oppgradering av eksisterende yrkesbygg.

UPGRADE Solutions er finansiert av 21 partnere (37 %), Norges forskningsråd (37 %) og Enova (26 %). Asplan Viak er prosjektansvarlig, SINTEF Byggforsk leder prosjekter og følgende partnere deltar i UPGRADE Solutions:



INNHold

1	MILJØGEVINSTEN VED OMBRUK	7
1.1	Generelt	7
1.2	Avfallshierarkiet	7
1.3	Miljøgevinst	7
2	KVALITETSSIKRING OG ANSVARFORHOLD	9
2.1	Generelt	9
2.2	Lover og forskrifter	9
2.3	Produktdokumentasjon i henhold til Byggevareforordningen	9
2.4	Relevans av produktdokumentasjon for ombrukskomponenter	10
2.5	Ansvar og forsikringsforhold	11
3	HVORDAN OPPNÅ HØYERE ANDEL OMBRUK?	12
3.1	Aktører i ombruksmarkedet	12
3.2	Hva skaper insentiver for økt ombruk?	12
4	DESIGNPRINSIPPER FOR OMBRUKBARHET	14
5	VURDERING AV OMBRUKSPOTENSIAL FOR AKTUELLE MATERIALGRUPPER OG KOMPONENTER	16
6	TEGLSTEIN	17
6.1	Generelt	17
6.2	Muligheter for ombruk	17
6.3	Tekniske utfordringer	17
6.4	Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?	20
6.5	Tid og kostnad	20
6.6	Miljøgevinst	20
7	METALL	21
7.1	Generelt	21
7.2	Muligheter for ombruk	21
7.3	Tekniske utfordringer	21
7.4	Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?	21
7.5	Tid og kostnad	22
7.6	Miljøgevinst	22
8	VENTILASJONSKANALER I FORSINKET STÅL	23
8.1	Generelt	23
8.2	Muligheter for ombruk	23
8.3	Tekniske utfordringer	26
8.4	Helse, miljø og sikkerhet	27
8.5	Tid og kostnad	27
8.6	Miljøgevinst	28

9	BETONG.....	29
9.1	Generelt	29
9.2	Muligheter for ombruk	29
9.3	Tekniske utfordringer	30
9.4	Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?.....	31
9.5	Tid og kostnad	32
9.6	Miljøgevinst.....	32
10	TRE	33
10.1	Generelt	33
10.2	Muligheter for ombruk	33
10.3	Tekniske utfordringer	34
10.4	Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?.....	35
10.5	Tid og kostnad.....	35
10.6	Miljøgevinst.....	35
11	GLASS	36
11.1	Generelt	36
11.2	Muligheter for ombruk	36
11.4	Tekniske utfordringer	37
11.5	Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?.....	38
11.6	Miljøgevinst.....	38
12	PLAST.....	39
12.1	Generelt	39
12.2	Muligheter for ombruk	40
12.3	Tekniske utfordringer	40
12.4	Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?.....	40
12.5	Tid og kostnad	41
12.6	Miljøgevinst.....	41
13	ELEKTRISKE KOMPONENTER.....	42
13.1	Generelt	42
13.2	Muligheter for ombruk	42
13.3	Tekniske utfordringer	42
13.4	Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?.....	42
13.5	Tid og kostnad	43
13.6	Miljøgevinst.....	43
	NETTRESSURSER	44
	REFERANSER	45

1 MILJØGEVINSTEN VED OMBRUK

1.1 Generelt

Begrepet *gjenbruk* brukes gjerne om både materialgjenvinning og ombruk. Materialgjenvinning betegner tilbakeføring av materialer i en industriell prosess (for eksempel omsmelting av metaller), mens ombruk er ny utnyttelse av et produkt i dets opprinnelige form (Rognlien 2002, Holthe og Rolstad 2005). I denne rapporten er det kun fokus på ombruk. Man kan skille mellom to ulike former:

- *lokal ombruk*, som er ombruk av bygningselementer oppstått ved oppgradering av samme bygning som elementene er hentet fra. Mest vanlig er ikke-bærende konstruksjoner, inventar og tekniske systemer.
- *ombruk annetsteds*, som er ombruk av bygningskomponenter (for eksempel vinduer, dører og bærende konstruksjoner) som kommer fra andre bygninger

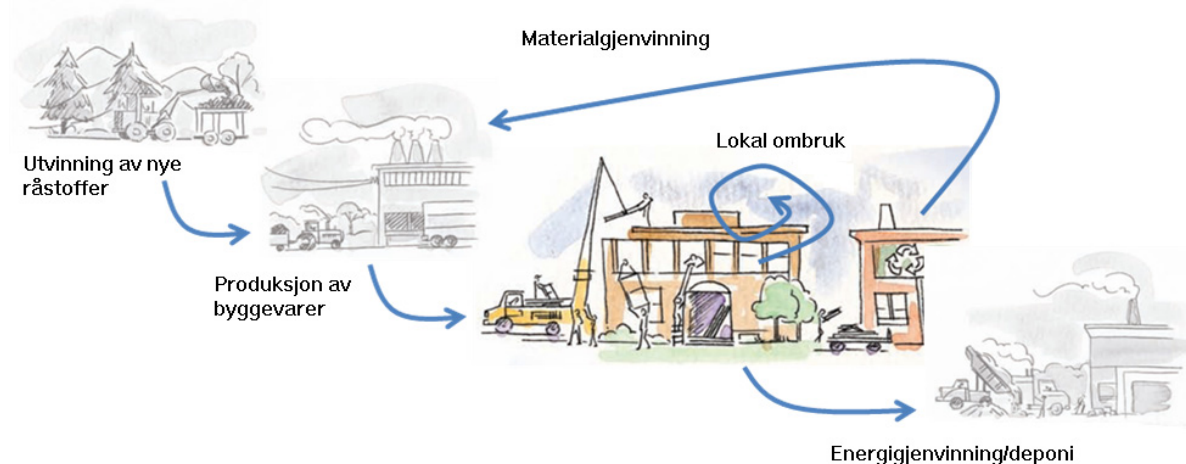
1.2 Avfallshierarkiet

Avfallshierarkiet angir ulike nivåer av håndtering av avfall. Avfallsforebygging er det mest ønskelige alternativet, fulgt av ombruk, materialgjenvinning, energigjenvinning og til slutt deponi.

I Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall NHP2 (2007–2012, Landet 2007) og NHP 3 (2013) har øking av gjenvinningsgraden og behandling av farlig avfall vært de overordnede målene. I samarbeid med NHP-nettverket ble det imidlertid også utarbeidet en rapport for prosjektering for ombruk og gjenvinning (Leland 2008) som gir nyttig informasjon for prosjekterende når det gjelder tilrettelegging for framtidig ombruk. Rapporten du nå leser kan sees i sammenheng med Lelands rapport, men skal først og fremst vise til eksempler og anbefalinger som skal øke ombruk i norske byggeprosjekt med tanke på oppgradering og lokal ombruk i dagens situasjon.

1.3 Miljøgevinst

Miljømessig forsvarlig levetid er et begrep som kan forklare den miljømessige hensikten med ombruk av byggevarer. Gjennom ombruk kan man nå målet om en funksjonell levetid for komponenter som ikke bare er lik den tekniske levetiden (som ofte er mye lengre), men som også kan forsvare miljøinnsatsen som ble lagt ned for å framskaffe materialene. Ombruk hindrer bruk av nye ressurser og hindrer samtidig avfall til deponi. Gjennom ulike faser av et produkts levetid kan dermed ombruk føre til redusert energibruk, redusert forurensning, redusert bruk av arealer til materialutvinning og redusert bruk av arealer til deponering av avfall. Ombruk kan også begrunnes med bevaring av historisk verdifulle bygninger og bygningdeler.



Illustrasjon: Ombruk erstatter nye byggevarer basert på enten nye råstoffer eller materialgjenvinning. Ombruk kan videre utsette energigjenvinning eller hindre at byggevarer havner på deponi. Til alle disse prosessene hører som regel transport. (A. S. Nordby, basert på tegning fra EPA 2008, fra Nordby 2011)

En rekke artikler og rapporter peker på miljøgevinster ved ombruk (Nordby 2011). Det henvises til eksempelstudier som klart viser at man gjennom ombruk kan oppnå store miljøgevinster, og det trekkes også fram som en positiv effekt at ombruksprosjekter gjerne genererer lokale arbeidsplasser. Anbefalinger gis om ulike komponenters egnethet for ombruk/materialgjenvinning/energigjenvinning, om hva som er praktiske løsninger for de enkelte materialgruppene, og om HMS-risiko. Se for eksempel (Sassi 2004), (EPA 2008) og (Kay og Essex 2010).

En prioritering om ombruk av for eksempel plastmaterialer og metaller kan i praksis komme i konflikt med eksisterende og lønnsomme gjenvinningsordninger for disse materialgruppene. Når det gjelder hva som er mest *miljøvennlig*, derimot, viser beregninger gjennomført av det britiske *Building Research Establishment* (BRE) at ombruk av for eksempel konstruksjonsstål fører til 96 % reduksjon av miljøbelastningen sammenliknet med produksjon av nytt stål, mens materialgjenvinning fører til under 50 % reduksjon (Lazarus 2006).

Beregningene ble gjort i forbindelse et prosjekt (BedZED) i nærheten av London, der man gjennomførte omfattende ombruk av bl.a. konstruksjonsstål, trestendere og tegl i et 8 500 m² stort boligutbyggingssprosjekt. Prosjektet illustrerer hvordan ombruk av stål og andre materialer og komponenter fra lokale kilder på en enkel måte kan integreres i denne typen utbygginger og føre til betydelige reduksjoner av energibruk og andre miljøbelastninger, samt økonomiske besparelser. 3 404 tonn ombrukte og gjenvunne materialer ble omsatt i byggeprosessen, og mestepartene av dette kom fra kilder innenfor en omkrets på 50 km fra byggeplassen. I Norge har vi et godt eksempel på at ombruk er mulig gjennom "Gjenbrukshuset" i Trondheim. Her ble ca. 85 % av reisverk og kledning bygd med brukt trevirke, i tillegg til at alle innerdører, ca. 50 % av kjøkkeninnredningene, all takstein og teglmur, 16 av 24 vinduer, samt toaletter og vasker har hatt et tidligere liv (Trondheim 2006).

2 KVALITETSSIKRING OG ANSVARSFORHOLD

2.1 Generelt

Hvordan kan man forenkle rammebetingelsene for ombruk i byggeprosjekter? Initiativ for ombruk av byggevarer strander ofte fordi det kan kreve ekstra tid i en hektisk rive- og byggeprosess og dermed kan innebære marginal kostnadseffektivitet. I tillegg kan det være utfordrende for oppdragsgiver eller entreprenør å håndtere usikkerheter knyttet til kvalitetskontroll og juridisk ansvar for komponentene. Dette kapitlet beskriver det formelle rammeverket for ombruk av komponenter i henhold til blant annet dokumentasjon av produktegenskaper og garantier, og forslag til hvordan disse barrierene kan overkommes gjennom endringer og engasjement fra myndigheter. Praktiske utfordringer, HMS-utfordringer ved farlig avfall og muligheter behandles særskilt under åtte utvalgte materialgrupper.

2.2 Lover og forskrifter

Det er spesielt én paragraf som omtaler ombruk direkte i TEK 10. Punkt tre i TEK10 § 9–5 Avfall sier: "Det skal velges produkter til byggverk som er egnet for ombruk og materialgjenvinning." Blant annet sier veiledningen til dette punktet at "Prosjektering for ombruk vil bidra til at en bygning kan demonteres slik at materialer og produkter brukes om igjen. Det må i prosjekteringen vises til konkrete vurderinger mht. ombruk og materialgjenvinning. Produkter til byggverk anses lite egnet for materialgjenvinning dersom de inneholder helse- og miljøskadelige stoffer og består av materialtyper som er vanskelig å skille fra hverandre."

Videre følger det av forurensningslovens § 32, første ledd, at næringsavfall i utgangspunktet skal bringes til et lovlig avfallsanlegg. Den åpner likevel opp for at avfall kan "gjenvinnes eller brukes på en annen måte" om avfallet tjener et nyttig formål ved å erstatte anvendelsen av andre materialer som ellers ville blitt benyttet. Den som vil nyttiggjøre avfall, må uansett sørge for at bruken ikke er i strid med forurensningsforbudet, jf. § 7. Utgangspunktet i forurensningsloven er at det er forbudt å ha, gjøre eller sette i verk noe som kan medføre fare for forurensning, jf. § 7, første ledd.

For å unngå forurensning ved bruk av brukte komponenter beskriver TEK 10 § 9-7 krav til kartlegging av farlig avfall og miljøsaneringsbeskrivelse i forbindelse med rehabilitering, riving eller nybygging, jf. avfallsforskriften § 11–4. Kartleggingen skal bli gjennomført for å kunne lage en avfallsplan for fjerning av helse- og miljøfarlige stoffer før riving eller rehabilitering med eventuell ombruk av komponenter tar til. Kravet til kartlegging og avfallsplan gjelder ved rehabilitering eller riving når bruttoareal er større enn 100 m², ved nybygging når bruttoareal er større enn 300 m² eller når total avfallsmengde overskrider 10 tonn.

2.3 Produktdokumentasjon i henhold til Byggevareforordningen

1. januar 2014 trådte en ny forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk i kraft. Før omsetning og markedsføring av en byggevare, skal en rekke produktegenskaper være dokumentert, avhengig av produkttypen. Dette kan eksempelvis være egenskaper ved brannpåvirkning og brannmotstand, mekanisk styrke, termisk motstandsevne, lydisoleringsevne, lufttetthet, regntetthet, damptetthet, utlekking av metaller til drikkevann, emisjon av forurensende stoffer og innhold av farlige stoffer. Produktene skal såkalt CE-merkes eller inneha en ytelseserklæring basert på dette. CE-merking bekrefter at byggevaren oppfyller minimumskravene som er gitt i en harmonisert Europeisk standard for produktet, og gir dermed fri markedsadgang i EØS-området. Ytelseserklæring er en form for "selvangivelse" fra produsentene, som inneholder opplysninger om produsent og relatert byggevare (beskrivelse, bruk og egenskaper). Byggevareforordningen innebærer at CE-merking og ytelseserklæring nå er obligatorisk for de fleste kommersielle byggevarer.

Europeisk teknisk bedømmelse (European Technical Assessment, forkortet ETA) utstedes for produkter til byggverk der produsenten ønsker å CE-merke produktet, men hvor produktet ikke dekkes av en harmonisert, europeisk produktstandard. I Norge er SINTEF Byggforsk oppnevnt som teknisk bedømmelsesorgan og kan utarbeide ETA innen de fleste områdene for produkter til byggverk.

SINTEF Byggforsk utsteder også SINTEF Teknisk Godkjenning, som dokumenterer at et byggprodukt eller en konstruktiv løsning er funnet egnet i bruk i Norge. En teknisk godkjenning inkluderer dokumentasjon av alle relevante egenskaper for produktet. Til tross for at ordningen er frivillig, oppfattes en teknisk godkjenning ofte som nødvendig for å få innpass på det norske markedet.

De som skal velge produkter til bruk i et byggverk, må bruke informasjonen fra teknisk dokumentasjon, CE-merket og ytelseserklæringen til å vurdere om byggverket, hvis produktet brukes, oppfyller de tekniske kravene i TEK10. Dette ansvaret ligger da typisk hos prosjekterende arkitekt/rådgiver eller utførende entreprenør.

Et nytt grunnleggende krav i byggevareforordningen er bærekraftighet, dvs. bruk av miljøvennlige materialer slik at materialer og deler i byggverk skal kunne brukes på nytt eller gjenvinnes etter riving. Dette øker incentivet for økt fokus på ombruk i byggeprosjekter.



Foto: Det er viktig å starte planleggingen med tanke på ombruk på et tidlig tidspunkt som en del av prosjekteringsfasen. (Foto: Mette Langeid, SINTEF Byggforsk)

2.4 Relevans av produktdokumentasjon for ombrukskomponenter

For produkter som er markedsført og produsert før ikrafttredelsen av byggevareforordningen i Norge (det vil si før 1. januar 2014), vil det ikke være krav om ytelseserklæring og CE-merking. Ved ombruk på stedet i et oppgraderingsprosjekt vil de brukte produktene heller ikke være rammet av loven, ettersom komponentene aldri når markedet, men brukes direkte inn i et nytt prosjekt. En form for ytelseserklæring kan likevel være nyttig.

Ved å kontakte Norsk Gjenvinning Entreprenør AS er det mulig å teste enkelte materialer, spesielt hvis man har en del eksemplarer som er identiske. Dette kan for eksempel være trebjelker, som kan testes på samme måte som nye bjelker gjennom å vurdere bøyefasthet, strekkfasthet, trykkfasthet, skjærfasthet og elastisitet. Stålbjelker kan man ofte hente ut informasjon fra gjennom tekniske ytelsestabeller som gjelder for nye bjelker (så fram de ikke er skadd eller overbelastet). Tilsvarende kan man teste for eksempel tegl for trykkfasthet, frostbestandighet og permeabilitet i et laboratorium. Norsk Treteknisk Institutt eller SINTEF Byggforsk kan kontaktes for å utføre slike og andre typer tester.

Øvrige undersøkelser som kan settes i gang ved demontering av en komponent som kan vurderes som ombrukbar kan være:

- gjennomgang av synlige skader og mangler, og eventuelle skader ved demontering
- kontroll av helse- og miljøgifter som kan være tilstede i komponenten
- vurdering av kjente belastninger og eventuelle overbelastninger
- gjennomgang av FDV-dokumentasjon som er mulig å framskaffe, spesielt knyttet til drift og vedlikehold av komponenten
- gjennomgang av opprinnelig prosjekteringsunderlag knyttet til komponenten
- termografering eller røntgen der hvor dette er aktuelt

Når ombruk vurderes som et alternativ, må det brukes skjønn. Generelt kan man si at materialer som har virket godt etter flere år i en bygning har "bevist seg" å være gode og er på denne måten grundig testet gjennom ulike påkjenninger. Det er imidlertid viktig å gjøre en grundig vurdering for hvert tilfelle, spesielt med tanke på eventuelle helse- og miljøfarlige stoffer.

2.5 Ansvar og forsikringsforhold

Ansvarsforhold for ombrukte komponenter varierer etter konteksten. Det er forskjell på privat- og proffmarked, og forskjell på lokal ombruk og ombruk annetsteds. De som skal velge produkter til bruk i et byggverk, må uansett vurdere om byggverket med de elementene som brukes, oppfyller forskriftskravene. Dette ansvaret ligger da typisk enten hos prosjekterende arkitekt/rådgiver eller utførende entreprenør. Testing og vurdering av et representativt utvalg av komponentene kan også eventuelt utføres av en tredje part, som da tar ansvar for teknisk kvalitet (styrke, brannegenskaper og liknende).

I et rehabiliteringsprosjekt der det er samme ansvarshavende for riving og nybygg, kan man lettere etablere en tillit som gjør det enklere for entreprenør å avgjøre om de ombrukte bygningsdelene vil kunne fungere etter hensikten i nybygget. En slik situasjon med lokalt ombruk fungerer dessuten både kostnadmessig og miljømessig optimalt, fordi man gjerne minsker transportavstand så vel som ekstra belastninger ved håndtering og eventuell lagring.

Forsikringsforhold er som regel kontraktbestemt gjennom prosjektets kravspesifikasjon. Beskrivelser av disse kravene er ofte hentet fra NS 3420 (del C), hvor ansvar for demontering, transport og forsikring av komponenter er omtalt, noe som også gjelder med tanke på ombruk. Dette kan da bli prisbærende poster for utførende entreprenør.

3 HVORDAN OPPNÅ HØYERE ANDEL OMBRUK?

3.1 Aktører i ombruksmarkedet

God logistikk er en grunnleggende forutsetning for at flest mulig potensielle brukere skal kunne settes i kontakt med omfanget som til enhver tid eksisterer av brukte byggkomponenter. Nettbaserte databaser som www.finn.no, www.byggigen.se, www.genbyg.dk og www.salvo.co.uk er gode utgangspunkt for å koble sammen aktører. Når flere ombrukssentraler går sammen og danner en overbyggende forening (som Byggigen i Sverige og Salvo i England), har man samtidig en større mulighet for å påvirke lokale og nasjonale myndigheter. Allerede på det tidspunktet man vet at en bygning skal rives, kan man legge ut bilder og informasjon om aktuelle komponenter som eventuelt kan hentes på selvplukk. Dette kan eventuelt innføres som et krav ved søknad om rivetillatelse. God match mellom avhending og ny bruk kan lette press på lagerkapasitet hos ombrukssentraler og gi god miljøgevinst.

Vi har også eksempler på firmaer som opptre uten eget lager eller utsalg, men som jobber med å lokalisere og videreformidle aktuelle varer for bruk i nye prosjekter. Nettstedet www.4cycle.se er et svensk ombruksforetak for innredninger, men har også ambisjoner om å jobbe med byggevarer. Firmaet jobber for flere store kunder, og tar hånd om å formidle kontakt og gjennomføre overdragelse mellom givere/selgere og mottakere/kjøpere. I tillegg til å planlegge og utføre grovarbeidet, utarbeides resultatrapporter som informerer om prosjektens økonomi, volumer og miljøgevinster.

Salg av brukte byggevarer gjennom tredjepartsleverandører er i dag vanligst i det private markedet. Typiske produkter er dører og vinduer med begrensede krav til lufttetthet og termisk motstandsevne. Vi har også eksempler på at visse produkter, som VVS-utstyr, er attraktive i et proffmarked.

3.2 Hva skaper insentiver for økt ombruk?

Myndigheter, gjennom kommunale ordninger for godkjenning av byggesaker og eventuelt gjennom byggelovgivning, kan legge til rette for ombruk i større skala. Med nytt krav i byggeveiforordningen om bruk av materialer slik at deler i byggverk skal kunne brukes på nytt eller gjenvinnes, og med tydeliggjøring ved revidering av TEK10 for å ta hensyn til dette kravet, er man på god vei til å forbedre de overordnede rammebetingelser for ombruk. En rekke oppfølgingstiltak bør kunne vurderes.

For eksempel kan et krav være å gjøre FDV-dokumentasjon mer spesifikk, slik at for eksempel konstruksjon, bæreevne og type bygningselement kan ses i sammenheng med en tilhørende demonteringsveiledning. På den måten kan bygningene bli endringsdyktige for framtidige oppgraderinger.

I forbindelse med endring av forskriftskrav bør Direktoratet for Byggkvalitet sørge for at det utarbeides veiledere for ombruk der alle rammebetingelser er klarlagt. En rekke norske og internasjonale rapporter, artikler og bøker omhandler enkeltprosjekter og erfaringer fra dem, samt gir generelle råd for videre arbeid. Rapporten "Prosjektering for ombruk og gjenvinning" (Leland 2008) gir eksempler på og føringer for å prosjektere ombrukbare bygninger. Hvis man skal satse langsiktig og helhetlig på ombruk av byggevarer, må tiltak også for nye bygg innføres som en viktig brikke.

En panteordning på byggevarer er vurdert gjennom forsknings- og utviklingsprosjektet GLITNE (2006–2010) ledet av SINTEF Byggforsk (GLITNE 2010). En slik ordning vil kunne bidra til å finansiere tiltak med formål å lette ombruk og gjenvinning. Økonomiske tiltak kan være å støtte lokale ombrukssentraler i de store byene, inkludert kvalitetssikring og eventuelt redesign eller støtte drift av nettsteder og databaser for ombruksvarer. I tillegg kan det vurderes å gi økonomiske insentiver gjennom støtteprogrammer e.l. for å fremme byggeprosjekter som satser på ombruk i stor skala, slik at vi får opp flere piloter som "brøyter vei".

En markedsdriver for økt ombruk er miljøklassifiseringssystemet BREEAM-NOR, som gir poeng for ombruk av fasade og eksisterende bærekonstruksjoner i rehabiliteringsprosjekt (se egen faktaboks).

Kriterier som gir poeng for ombruk i BREEAM-NOR

BREEAM-NOR poeng gir ombruk under to temaer i kategorien Materialer (Mat):

Mat 3 – Gjenbruk av fasader

Følgende viser samsvar:

1. Minimum 50 % av den samlede endelige bygningsfasaden (iht. areal) er gjenbrukt.
2. Minimum 80 % av den gjenbrukte fasaden (iht. masse) består av gjenbrukt materiale på stedet.

Mat 4 – Gjenbruk av eksisterende bærekonstruksjoner

Følgende viser samsvar:

1. Minimum 80 % av volumet av en eksisterende bærekonstruksjon gjenbrukes uten betydelig forsterkningsarbeid eller endringer.
2. Prosjektet består av delvis rehabilitering og delvis nybygg, og den gjenbrukte konstruksjonen utgjør minimum 50 % av volumet av den endelige bygningen. Det betyr at eventuelle tilbygg til en bygning som renoveres ikke skal være større en den opprinnelige bygningen for å kvalifisere for dette poenget.

Les mer i BREEAM-NOR manualen som kan lastes ned på NGBCs nettside

<http://ngbc.no/breeam-nor>

Kort oppsummert handler tilrettelegging for ombruk om å gjøre små og store endringer i hele verdikjeden, fra byggevareproduksjon og krav i byggeforskrift til avhendingsbetingelser etter demontering/riving. På alle trinn i verdikjeden kan man innføre tiltak som tilrettelegger for at ombruk kan finne sted i større skala og i større grad også for det profesjonelle markedet.

4 DESIGNPRINSIPPER FOR OMBRUKBARHET

Ombruk gjøres lettere ved begrenset variasjon i materialbruk, og enkle komponent og tydelige grenser i bygningen. Dette er et initiativ som også understøtter et mye brukt prinsipp for estetisk formgivning: Gjør det enkelt og lett "leselig"! Sammen med fem andre punkter utgjør det prinsipper som stimulerer til økt ombruk ved prosjektering, hentet fra doktoravhandlingen *Salvageability of building materials – reasons, criteria and consequences of designing buildings to facilitate reuse and recycling* (Nordby 2009).

1. BEGRENSET MATERIALVALG

- Minimer antall materialer, komponenter og forbindelsesmidler.
- Utform materialkomponenter der alle bestanddeler består av samme materiale.
- Unngå overflatebehandlinger og miljø- og helsefarlige stoffer

Fordi det:

- forenkler demontering og sortering
- muliggjør kvalitetskontroll
- øker attraktiviteten for ombruk (og reduserer forurensning ved ev. materialgjenvinning)

2. LANG LEVETID

- Utform holdbare komponenter for bruk i flere generasjoner.
- Pass på at komponenten har passende toleranser for gjentatt demontering og remontering.
- Utform komponenter med estetisk kvalitet.

Fordi det:

- øker mengden ombrukbare elementer
- forenkler demontering og remontering
- øker sjansene for omsorgsfullt vedlikehold og ombruk

3. HØY GENERALITET

- Benytt standard dimensjoner og moduldesign.
- Utform komponenter med moderat størrelse og lett vekt.
- Utform komponenter med lav kompleksitet, og planlegg for bruk av vanlige verktøy.

Fordi det:

- øker sjansene for ombruk på grunn av arkitektonisk fleksibilitet
- forenkler håndtering og transport
- fremmer selvbygging og lokal ombruk, som igjen reduserer transportbehov

4. FLEKSIBLE FORBINDELSER

- Benytt reversible forbindelser mellom komponentdeler og mellom bygningsdeler.
- Tilrettelegg for parallell demontering.

Fordi det:

- forenkler demontering
- muliggjør demontering av enkeltkomponenter uten å skade andre bygningsdeler

5. FORNUFTIG LAGDELING

- Utform de konstruktive lagene som uavhengige systemer.
- Arranger lagene i henhold til forventet levetid for komponentene.

Fordi det:

- forenkler demontering, spesielt når bare enkeltkomponenter skal skiftes ut
- reduserer skade på materialer, spesielt når bare enkeltkomponenter skal skiftes ut

6. TILGJENGELIG INFORMASJON

- Merk materialer og komponenttyper, og koordiner det med informasjon om øvrig byggesystem.
- Merk festepunkter og sørg for at de er synlige og tilgjengelige.

Fordi det:

- forenkler planlegging av riveprosess
- letter demontering, sortering og remontering



Foto: Tradisjonell laftekonstruksjon; tilrettelagt for utskifting av stokker, om- og påbygging samt flytting av hele hus. Fra Sverresborg folkemuseum

5 VURDERING AV OMBRUKSPOTENSIAL FOR AKTUELLE MATERIALGRUPPER OG KOMPONENTER

De neste kapitlene gjennomgår utvalgte materialgrupper. Miljøgevinst, tekniske og økonomiske utfordringer samt HMS er hovedtemaer, men det er også lagt vekt på praktiske eksempler til etterfølgelse. Materialgruppene som omtales er teglstein, metall (særlig ventilasjonskanaler), betong, tre og glass, samt plast og elektriske komponenter (selv om de er produktgrupper hvor ombruk kan være vanskeligere).

Den presenterte kunnskapen er basert på tidligere arbeid og erfaringer fra de involverte bidragsyterne.



Foto: På byggeplass (Foto: Mette Langeid, SINTEF Byggforsk)

6 TEGLSTEIN

6.1 Generelt

Teglstein er et robust materiale med lang levetid. På grunn av en energikrevende produksjonsprosess har det et høyt utslipp av klimagasser per kvadratmeter fasade sammenliknet med andre kledningsmaterialer.

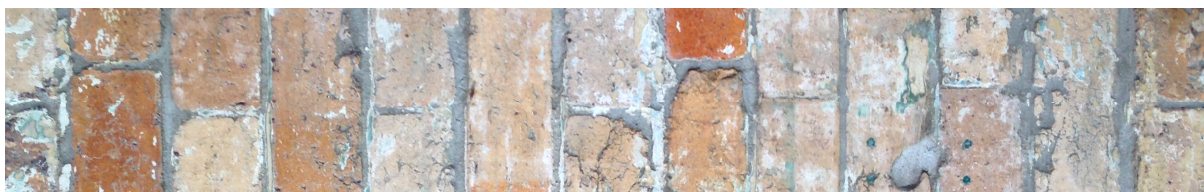


Foto: Gammel teglsteinsvegg (StockFreelimages 2014)

6.2 Muligheter for ombruk

Generelt

Ombrukstegl har stort potensial for bruk i nye konstruksjoner. Hva det kan brukes til, avhenger av de tekniske egenskaper til teglsteinen. Tegl som skal benyttes i en pusset fasade, trenger ikke å være frostsikker. Tegl som skal benyttes som kledning i fasader, må være frostsikker. Skal den benyttes i teglfasade som går over flere etasjer, må den ha tilstrekkelig trykkfasthet.. I praksis er det vanskelig å sikre at alle steinene i et parti eldre ombrukstegl er frostsikre, og man må påregne noe utskifting av ødelagt tegl ved utendørsbruk de første årene. Generelt sett kan man likevel si at om teglen kommer fra en fasade, er den sannsynligvis naturlig testet gjennom frostprøving i løpet av bruksfasen.

Ombrukstegl kan også benyttes i innvendige vegger som ikke er bærende, som et viktig tiltak for å øke den termiske massen. Frostsikker tegl kan også ha et stort potensial som marktegl. (Madsø 2001)

6.3 Tekniske utfordringer

Det er flere tekniske hensyn knyttet til ombruk av tegl. Disse beskrives i de følgende avsnittene. Tabellen senere i dette kapitlet illustrerer ombrukspotensialet for ulike tidsperioder.

Dokumentasjon

Byggevereforordningen krever at alle vesentlige byggematerialer har enten SINTEF teknisk godkjenning, produktsertifikat eller liknende. Tegl som konstruktivt element er å betrakte som vesentlig. Tekniske egenskaper ved tegl skal i utgangspunktet tilfredsstillende NS-EN 771. Frostmotstandsevnen kan testes ved fryse/tine-sykluser i henhold til prøvestandarden NS-EN 772-22.

Frostsikkerhet

For å kunne bruke tegl i fasade, er det en forutsetning at teglen er frostsikker. Frostsikkerheten, definert ved frostmotstandstallet(FM), kan forenklet bestemmes basert på fysisk målbare parametere som steinens densitet, minuttug og porefyllingstall på følgende måte:

$$FM = 1.000 \cdot s_o^{0,5} \cdot p_f / \rho$$

hvor	s_o	=	teglsteinens minuttug, målt på eksponert fasadeside/løperside	(kg/m ² · min.)
	p_f	=	teglsteinens porefyllingstall	(-)
	ρ	=	teglsteinens densitet	(kg/m ³)

Teglstein kan anses å ha tilfredsstillende frostmotstandsevne for utendørs anvendelse i norsk klima når $FM \leq 0,55$ (Madsø 2001). Dette er en erfaringsbasert metode som stemmer rimelig godt for norske forhold.

Det kan også være en forskjell på frostsikkerheten til tegl i inner- og yttervange av yttervegg og i innervegger. Teglstein i yttervange er som oftest frostsikker. Har bygningen som rives en pusset fasade, kan ikke teglen regnes å være frostsikker. En tommelfingerregel er imidlertid at tegl fra før 1925 bør ombrennes. Tegl fra 1960 kan forventes å være frostsikker (Gether 2001). Tidligere forsøk og erfaringer tilsier at tegl etter ombrenning vil oppnå motstandsevne fullt på høyde med nyproduserte teglstein. For å minske opptak av vann kan man også bruke silikabasert overflatebehandling, men det kan gi varierende resultat og kan være en dyrere behandlingsform, særlig ved store volumer.

Andre tekniske egenskaper

Egenskaper som densitet og dimensjoner kan variere for ombrukstegl. På grunn av stor spredning i materialegenskaper må deklarerert midlere trykkfasthetsklasse settes noe lavere enn for nyprodusert tegl.

PCB i elastiske fuger

PCB ble tilsatt i elastiske fuger i perioden fra ca. 1940 til 1980 (Miljøstatus 2014) for at elastisiteten skulle beholdes. Tegl som har konsentrasjon av PCB på over 0,01 mg/kg, må behandles på særskilt måte og kan dermed ikke ombrukes uten videre. Kun tegl som har vært i kontakt med elastiske fuger er utsatt. Konsentrasjonen av PCB må avgjøres ved prøvetaking.

Betongmørtel

Teglkonstruksjoner oppført før ca. 1920 er murt nærmest utelukkende med svak kalkmørtel. Disse teglsteinene er relativt enkle å rense. I perioden fra 1950 og fram til i dag er de fleste konstruksjoner oppført med sementblandet mørtel (Gether 2001). Disse steinene er vanskelige å skille og rense. Økt bruk av andre mørteltyper enn sementblandet mørtel gir økt potensial for ombruk av teglstein i framtiden. De fleste teglsteiner som produseres i dag, er frostbestandige og derfor spesielt verdifulle i ombrukssammenheng.

Riving

Tegl må sorteres allerede ved riving, ettersom det kan være forskjell på frostsikkerheten til tegl i inner- og yttervange. Den største utfordringen ved å ombruke tegl er å rense enkeltsteiner for mørtel etter riving. Gjenvinningsgraden varierer mellom 50 % og 5 %, avhengig av rivemetode og mørtelkvalitet, samt krav til begrensnings av kant- og avskallingskader på steinene (Statsbygg 2002).

Det er mulig å sage ned hele felter av tegl med diamantsag. Dette er aktuelt for bygninger hvor teglkonstruksjonen er utført med betongmørtel. Det krever saging, skånsom nedtaking, rengjøring, trimming til mål, forsterkning og innfesting av monteringsbeslag.

Alle typer arbeider med PCB og andre miljøgifter skal utføres av selskap som har system og personell med riktig kompetanse. Det fins klare regler for håndtering av asbest i Forskrift om utførelse av arbeid (Lovdata 2011), med tilhørende godkjenningsordninger for virksomheter som driver med asbestsanering. For sanering av PCB og andre miljøgifter er ikke godkjenningsreglene like klare. Saksbehandlingsforskriften hjemler at virksomheter som skal være godkjente for miljøkartlegging og/eller miljøsanering må oppfylle visse krav til foretakets organisasjon, styringssystem og faglig kompetanse.

Type murverk	Byggeperiode	Opparbeiding	Produkttype	Frost sikker	Mengde av total	Ombruksnivå
<i>Forblending, kalkmørtel,</i> Ute Inne	< 1920 < 1940	Forsiktig rivning, lett fjerning av mørtel	teglstein "-"	ja nei	1-3% 1-3%	høy "-"
<i>Forblending, Sementmørtel,</i> Ute Ute Inne	> 1920 > 1920 "-"	Utsaging Nedknusing "-"	element pukk "-"	ja ja nei	5-15% 5-15% 1-3%	høy lav "-"
<i>Innvendig murverk</i> Svak kalkm., Sterk kalkm. "-" sementmørtel "-"	< 1920 < 1940 > 1920	Forsiktig rivning Utsaging Nedknusing "-" utsaging	teglstein "-" pukk "-" element	nei nei nei nei nei	5-15% 5-15% 10-20% "-"	høy "-" lav "-" høy
<i>Utvend. vegg m/bakstein</i> Svak kalkm. "-" sterk kalkm., "-" sementmørtel	< 1920 < 1940 > 1920	Forsiktig rivning Nedknusing Utsaging Nedknusing Utsaging Nedknusing	teglstein pukk teglstein pukk element pukk	blandet blandet blandet	10-20% 5-15% 15-30%	høy lav høy lav høy lav
<i>Alle typer murverk</i> <i>Etter 1975, sementmørtel</i>	> 1975	Utsaging Nedknusing	element pukk	ja "-"	5-15% 5-15%	høy lav

Tabell: Ombrukstabell for teglstein (Gether 2001)

Muring

Erfaringer tilsier at ombrukstegl kan være fuktigere enn ny tegl, og at dette fører til at oppmuring tar lenger tid (Statsbygg 2002).

Ifølge heftprøver for ulike mørteltyper ved muring av ombrukstegl fra Lilleborg ga en svak murmørtel betegnet M 100/635 klasse C i henhold til NS 3120 best heft (Madsø 2001). Det kunne være nødvendig med forvanning på enkelte steder. Med hensyn til framtidig ombruk bør man søke å unngå dette. Bruk av ombrukstegls fordyrer ikke selve oppmuringprosessen.

Foreslått prosess for ombruk av tegl er nummerert under:

1. Potensialet for ombruk av tegl til ønsket formål bestemmes ut fra befaring av konstruksjonen:
 - Byggeår?
 - Mørtelkvalitet?
 - Frostskader i teglfasade?
 - Konstruksjonens oppbygning?
 - Pusset fasade?
 - Rivemengde?

2. Testing av trykkfasthet og frostmotstandsevne:
 - 2–3 uttaksteder per riveobjekt, 2 serier (inner- og yttervange) av 10 stein
 - Kontroll av trykkfasthet i henhold til NS-EN 771
 - Skal tegl benyttes utvendig, bestemmes frostmotstandsevne for tegl som er aktuell for ombruk ved hjelp av likning for utregning av FM (se avsnitt om frostsikkerhet). Skal tegl benyttes i ny konstruksjon, må frostmotstandsevnen senere dokumenteres ved testing i henhold til NS-EN 772-22.
 3. Murverket brytes opp skånsomt slik at enkeltstein ikke slås i stykker, ved å velte de utsagede bitene til horisontal stilling.
 4. Teglstein mot ytterfasade er ofte dobbeltbrent, slik at den er frostsikker. Disse teglsteinene bør sorteres ut fra øvrig stein, slik at de kan ombrukes i nye fasader.
 5. Det er viktig å ha å ivareta HMS ved sortering og rensning. Det meste av mørtelen kan man for eksempel fjerne ved å lesse murverket over i en grussorterer med bobcat med åpen skuff, og dusjes for å dempe støv. Fra sorteren tas steinen opp på et transportbånd, hvor ønsket stein plukkes ut, renses med venturivasker og palles for transport.
 6. Eventuell ombrenning
 7. Prosjektering og utføring ut fra teglens egenskaper (miljøbetingelser, konstruksjon, mørtelvalg og så videre)
- (Madsø 2001)/(Statsbygg 2002)

6.4 Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?

Generelt

Det er knyttet utfordringer til håndtering av HMS i forbindelse med sorterings- og ombruksprosessen av teglstein etter riving grunnet støv, arbeidsstilling og nødvendig bruk av verktøy (Statsbygg 2002). Bli det påvist PCB i fugene, må massene håndteres forsvarlig. Tegl kan også være malt med maling eller annen overflatebehandling som kan inneholde PCB, tungmetaller, klorparafiner og andre helse- og miljøfarlige stoffer.

Hva bør man unngå å ombruke?

Det må være foretatt en tilstrekkelig miljøkartlegging før riving av bygningen dersom en ønsker å bruke brukt teglstein til et nytt formål. Malingsjiktet, murpuss og teglstein må vurderes opp mot grenseverdier for helse- og miljøfarlige stoffer og om det kan være fare for utlekking.

6.5 Tid og kostnad

Basert på et gjenvinningsprosjekt på Lilleborg avsluttet i 2000 har man følgende erfaringstall på kostnad ved uttak av teglstein (Statsbygg 2002):

- Riving og rensning: ca. 5,5 kr/stein
- Ombrenning av tegl med lav frostsikkerhet: ca. 3 kr/stein
- Nypris: ca. 3 kr/stein

Erfaringer fra samme prosjekt viser at på grunn av kostnader knyttet til prøveuttak og kvalitetskontroll, bør ombruksvolum per riveobjekt helst være på minst 50 000 stein.

6.6 Miljøgevinst

Tilvirkning av teglstein har et høyt utslipp av klimagasser. For fasadetegl kan det ligge på opptil 54 kg CO₂ eq./m². Direkte ombruk har et stort besparingspotensial, ettersom tegl har lang levetid. Må teglsteinen ombrennes, avhenger miljøgevinsten av brensel i forbrenningsprosessen, transportavstand og transportmetode.

For å øke ombrukspotensialet for teglstein er det en fordel å unngå bruk av sementbasert mørtel ved muring av teglstein.

7 METALL

7.1 Generelt

Metaller er robuste materialer med lang levetid som ofte dekker bruksområder som vanskelig kan dekkes av andre type materialer.



Foto: Bølgeblikkplater (StockFreelimages 2014)

7.2 Muligheter for ombruk

Spesielt stål er egnet for ombruk, men også kobber, sink og aluminiumskomponenter kan være mulig å ombruke.

Metallkomponenter som for eksempel rekkverk, dørvidere, beslag, trapper og hengsler er aktuelle ombruksprodukter, dersom de er uskadd og lette å demontere. Andre egnede metallkomponenter for ombruk er bølgeblikkplater, stålbjelker, kabelkanaler, rør og stålprofiler. En produktgruppe med stort potensial for ombruk er ventilasjonskanaler av forsinket stål. Se kapittel 8.

7.3 Tekniske utfordringer

Metaller som stål og aluminium er svært energikrevende å produsere, men er til gjengjeld bestandige og har lang levetid. Metaller er ubrennbare og flammesikre materialer som ikke trekker vann, sveller eller krymper. Ofte er brukte metallkomponenter uten sprekker eller vridning like gode som nye. Nedfor er en liste med spørsmål man bør stille med tanke på eventuell ombruk av metallkomponenter:

- Er det mulig å demontere uten å skade komponenten?
- Hvordan er komponenten med tanke på dimensjonering?
- Hvilke påførte belastninger har vært under bruk, og har det ført til deformering?
- Hvilke påførte belastninger vil forekomme under demontering?
- Er det korrosjonsskader på komponenten?

7.4 Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?

Generelt

Brukte metallkomponenter kan være behandlet med maling og overflatebehandling som kan inneholde PCB og tungmetaller, i tillegg til også andre helse- og miljøskadelige stoffer. PCB ble brukt som tilsetningsstoff i maling i tidsrommet 1930–1978, mens det kan være tungmetaller i maling fram til forholdsvis nylig.

Hva bør man unngå å ombruke?

Man skal ikke ombruke komponenter og materialer som tilsier at de kommer i kategorien for farlig avfall. I så fall skal det i stedet leveres inn til et godkjent mottak for det aktuelle produktet. Det må være foretatt en tilstrekkelig miljøkartlegging før riving av bygningen dersom en ønsker å bruke komponenten til et nytt formål. Overflatebehandlingen må vurderes opp mot grenseverdier for helse- og miljøfarlige stoffer og om det kan være fare for utlekking.

Vær spesielt obs på komponenter med påført maling eller overflatebehandling som inneholder:

- PCB
- tungmetaller
- asbest
- klorparafiner
- andre helse- og miljøfarlige stoffer

7.5 Tid og kostnad

Metallråvareprisen i Norge varierer i henhold til pris på verdensmarkedet. Det kan være mye å spare på ombruk av store metallkomponenter hvis man demonterer og vurderer komponentene på en effektiv måte. I rehabiliteringsprosjekter kan for eksempel stålkompnenter som bjelker og søyler bli stående som de er, forutsatt at stålet ikke er deformert eller korrosjonsskadet. Se neste kapittel for et kostnads-overslag for ombruk av ventilasjonskanaler i et oppgraderingsprosjekt.

7.6 Miljøgevinst

Metaller er svært energikrevende å produsere. Det bør forsvares med å ha så lang levetid som mulig. Miljøgevinsten ved ombruk er dermed stor. Man bør ikke bruke metaller inn i komponenter som kun er egnet for bruk i et begrenset tidsrom, men heller utforme komponenter som er *generelle* og enkelt kan ombrukes i ulike sammenhenger.

8 VENTILASJONSKANALER I FORSINKET STÅL

8.1 Generelt

Mange næringsbygninger har et stort moderniseringsbehov. Dette bør fortrinnsvis gjøres med miljøriktige og lønnsomme tiltak som både reduserer energibruk, bedrer inneklima og produktivitet og gjør bygningen mer attraktivt for bruker/leietaker. Et slikt tiltak kan være konvertering fra tradisjonell konstant luftmengde ventilasjon (CAV) til energioptimal, behovsstyrt ventilasjon med ombruk av eksisterende kanalnett.

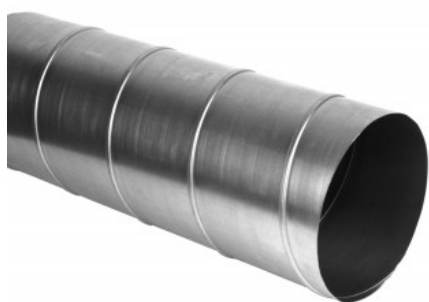


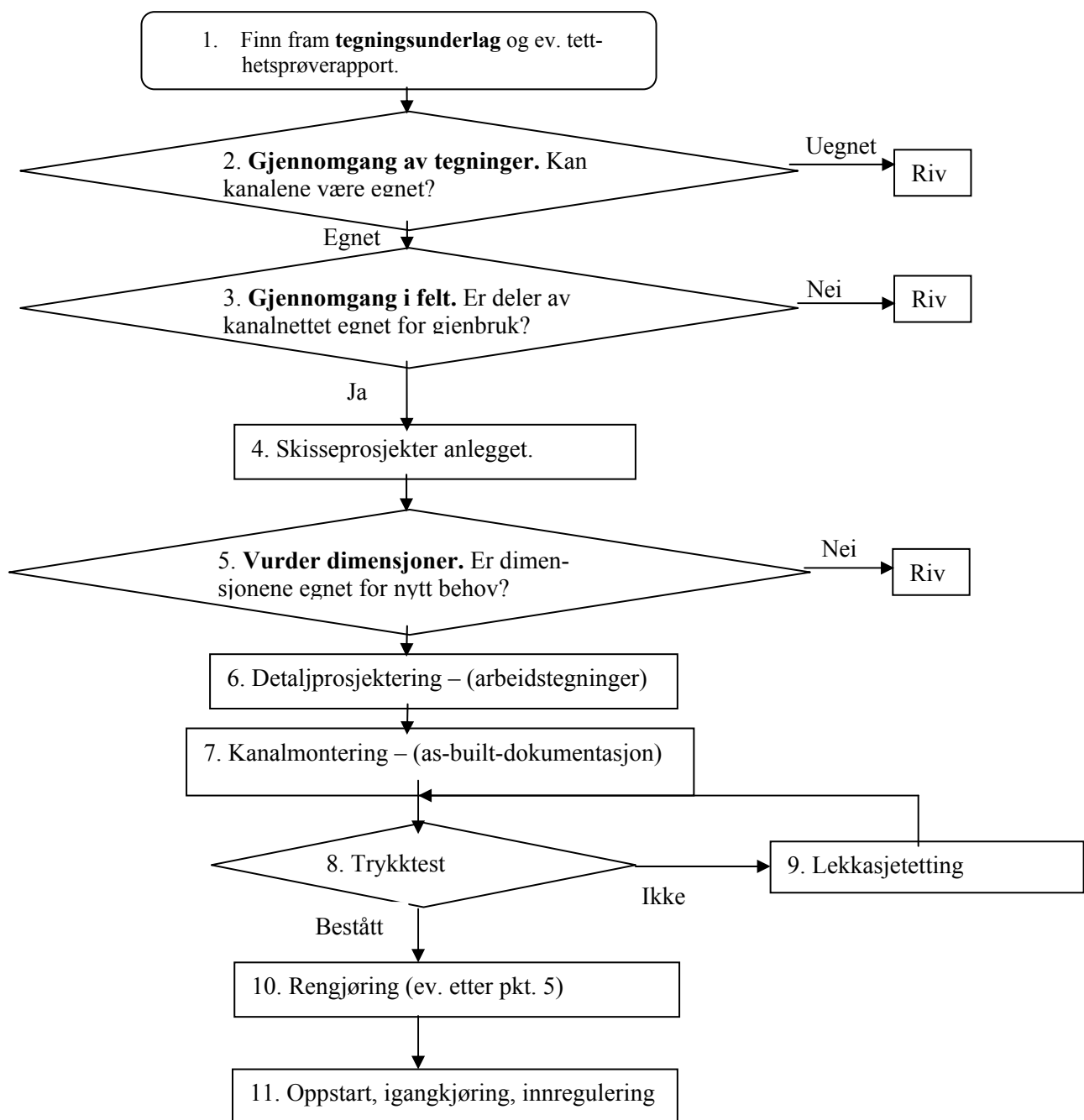
Foto: Spirokanal (Makitech 2014)

Eksisterende ventilasjonskanalnett på "brukersiden" av teknisk rom kan være egnet for ombruk ved oppgradering til moderne, behovsstyrt ventilasjon. Det er som regel brukt spirokanaler, som er sirkulære rør av forsinkede stålplater. Med solid utførelse og beliggenhet i tørt klima, vil slike kanaler ha tilnærmet uendelig teknisk levetid.

8.2 Muligheter for ombruk

Ved oppgradering av kontorbygningen til GK i Asker (Solbråveien 23) ble 90–95 % av kanalnettet rengjort og beholdt. Renholdet ble gjennomført før de nye kanaldelene ble montert. De eksisterende sjaktene for ventilasjon ble ombrukt i det oppgraderte ventilasjonsanlegget.

Muligheter for ombruk må vurderes i hvert prosjekt. Trinnvis framgangsmåte for denne vurderingen fram til ferdig anlegg er vist i flytskjemaet under.



Figur: Flytskjema som viser trinnvis framgangsmåte for å vurdere ombruk av kanalnett.

Punktene 1–10 beskriver aktivitet og beslutning knyttet til hvert trinn. Konkrete suksesskriterier er markert i kursiv:

1 Finne fram tegninger og anleggsdokumentasjon

Oppgradering med ombruk blir enklere og mindre risikabelt med godt tegningsgrunnlag og god anleggsdokumentasjon. *Ombruk av kanalnettet er først og fremst interessant der hvor tegningene er oppdaterte og lett tilgjengelige.* Relevant anleggsdokumentasjon er rapport fra trykktesting og igangkjøring og innreguleringsprotokoll. Der hvor tegninger og anleggsdokumentasjon ikke er på plass, vil sikker ombruk kreve betydelig forarbeid. Potensialet for lønnsomhet blir mindre, og risikoen for at man får et ulønnsomt eller utilfredsstillende resultat blir større.

2 Gjennomgang av tegninger

Formålet er å avklare om kanalnett er uegnet for ombruk med minimum av innsats. Her gjøres en grovvurdering av tegningene for å bedømme ombruk av:

- a. systemoppdeling
- b. hovedføringsveier, horisontale og vertikale
- c. hoveddimensjoner

Det er særlig viktig å avdekke kritiske sjaktbegrensninger. Må det etableres nye vertikale føringsveier på grunn av utilstrekkelige sjaktdimensjoner og utilstrekkelig kapasitet i sjakt, er ombruk av kanalnett sannsynligvis lite aktuelt. Hvis sjaktene er "bunnmatet" (tekniske rom på laveste plan), kan man vurdere å avlaste med nye ventilasjonssystemer med ventilasjonsaggregat på tak. Da blir sjaktene både topp- og bunnmatet, og sjakttverrsnittet kan utnyttes bedre. *Ombruk av kanalnett er først og fremst interessant der hvor opprinnelig systemoppdeling kan ombrukes og sjakter har tilstrekkelig kapasitet og tilgjengelighet.* Spesielt interessant er det i bygninger med mange prinsipielt like kanalløsninger eller systemer. Dette gjelder for eksempel bygninger med flere etasjer som har tilnærmet lik funksjon og kanalløsning på etasjene.

3 Gjennomgang av kanalnett i felt

Formålet er å avklare om kanalnett er uegnet for ombruk med minimum av innsats. Her gjøres en visuell vurdering av følgende:

- a) Teknisk tilstand på kanalnett og sjakter må vurderes. En forutsetning for ombruk er at kanalanlegget og føringsveiene opprinnelig ble utført med god kvalitet. Tilgjengelighet til kanalene for inspeksjon og renhold er også en forutsetning for å ombruke kanalnett. Et kanalnett som ikke kan kontrolleres, kan heller ikke bedømmes som tilfredsstillende for ombruk. Oppgraderer man til behovsstyrt ventilasjon med VAV-spjeld, må man kontrollere at det er tilstrekkelige rettstrekk oppstrøms for VAV-spjeldene. Særlig kritisk er kanalene mellom avgreining og tilluftsventil.
- b) Ved større oppgradering kan det være aktuelt å legge ny brannstrategi. Brannstrategien må være klar før feltgjennomgangen. *Kanalnett må vurderes i forhold til branncelle- og brannseksjonsgjennomføringer og krav til gjennomføringen.* Det må avklares om eksisterende gjennomføringer tilfredsstillende nye krav. Dette bør vurderes i samarbeid med brannrådgiver/RIV.
- c) *Er det synlig korrosjon, må kanalen skiftes.* Er omfanget av korrosjon stort, bør hele kanalnett rives.
- d) Kvalitet på isolasjon må vurderes. Hvis periodevis kalde kanaler (inntaks-, avkast- og tilluftskanaler), ikke har hatt diffusjonstett yttersjikt, må det tas stikkprøvekontroll for å avdekke eventuell korrosjon under isolasjonen. Forbedring av yttersjiktet eller utskifting av isolasjon må man eventuelt ta med i den økonomiske vurderingen.
- e) Hvis det er risiko for innvendig isolasjon, må det avklares. *Kanaldeler med innvendig isolasjon må skiftes.* Dette gjelder også avtrekk. Kanalnett med utstrakt bruk av innvendig isolasjon er uegnet for ombruk.
- f) Er det risiko for asbest i pakninger (særlig perioden 1960–1970), må det avklares. Behovet for asbestkartlegging er den samme om kanalnett rives eller ombrukes. *Kanaldeler med asbest må asbestsaneres.*
- g) Er det usikkert om kanaloppheng er tilstrekkelige solide, må det avklares. Ved behov for å utbedre kanaloppheng og innfesting er det lite aktuelt å ombruke kanalnett.
- h) Lekkasje fra kanalnett må bedømmes. *Stor lekkasje gjør kanalnett uegnet for ombruk.* Utbredt bruk av rektangulære kanaler betyr stor lekkasje. Det bør kontrolleres om det er pakninger i kanalskjøter og om kanalnett er tilgjengelig for tetting, for eksempel med krympebånd. Metode for å vurdere lekkasje og finne lekkasjepunkter er å kjøre anlegget og gå over kanalnett mens man lytter, føler og kontrollerer med røyk. I tillegg kan man ta stikkprøver av luftmengdene, gjerne lengst ut på kanalnett, i henhold til innreguleringsprotokoll.

4 Skisseprosjektering (som for nytt)

På dette stadiet har man bedømt at deler av kanalnett har en teknisk tilstand som gjør det egnet for ombruk. Nå er det viktig å skisseprosjektere hele det nye anlegget og kontrollere systemoppdeling, kanalkonfigurasjon og dimensjoner. Dette arbeidet er langt på vei det samme for nye anlegg som ved ombruk av kanalnett. Skisseprosjekteringen tar utgangspunkt i et romprogram som gir grunnlag for å finne maksimal og minimal ventilasjonsmengde til hvert rom/soner. Luftmengdene summeres opp inn-

over mot aggregatet og det utarbeides ventilasjonstekniske strektegninger med påførte luftmengder. Følgende vurderinger gjøres:

- a) Er systemoppdeling og kanalkonfigurasjon for eksisterende kanalnett gunstig? Er det behov for å avlaste med nye aggregater og nye sjakter?
- b) Blir det akseptable maksimale hastigheter i det ombrukte kanalnettet med utgangspunkt i antatt samtidighet?
- c) Er det avvik i forhold til normale krav til SFP, reservekapasitet og lydnivå ved ombruk av kanalnettet?

5 Vurdere dimensjoner

Med utgangspunkt i skisseprosjektet og avvikene (punkt 4c) foretas en ny vurdering av konsekvensene ved ombruk i forhold til nyinstallering, og man tar endelig beslutning om hvilke deler av kanalnettet som skal ombrukes.

6 Detaljprosjektere til arbeidstegning

Her gjennomføres tradisjonell detaljprosjektering fram til arbeidstegninger. Dette arbeidet er langt på vei det samme for nye anlegg som ved ombruk av kanalnettet. Forskjellene er at ombrukte kanaler markeres på tegning, og det kan være behov for å detaljprosjektere sammenkoblingene mellom nytt og eksisterende kanalnett.

7 Montering fram til as-built-tegning

Her gjennomføres montering og eventuell riving. Ved ombruk av kanalnett kan det være aktuelt å lekkasjesøke og tette ombrukte kanaler under monteringen. Metoden for å gjøre dette er å stenge alle ventilspjeld og la viftene gå på tilluftssiden med en liten luftmengde. Overtrykket i kanalnettet gjør at montør blir oppmerksom på lekkasjer under montering og kan utbedre lekkasjepunktene fortløpende. Dette kan også gjøres på avtrekksiden, som kan overtrykkes med hjelpevifte, men lekkasje på avtrekk er mindre kritisk enn tilluft. Overtrykk er å foretrekke fordi det er enklere å påvise lekkasje når det strømmer luft ut av kanalen enn inn, og overtrykket forhindrer at smuss fra byggeplassaktivitet kommer inn i kanalnettet.

8 Trykktest 1

Ferdig montert kanalnett trykktestes på vanlig måte. Hvis krav til lekkasje ikke er tilfredsstillt, kan man enten utbedre anlegget eller akseptere avviket.

9 Rengjøring

Kanalnettet skal være tilfredsstillende rent før det tas i bruk. Renheten er mest kritisk på tilluftssiden, og det kan være aktuelt å vurdere tilluft og avtrekk forskjellig. Rengjøring av eksisterende kanaler kan starte etter at man har besluttet hvilke deler av kanalnettet som skal ombrukes (punkt 5). "Byggforvaltning 752.251 Rengjøring av ventilasjonsanlegg. Metoder, utstyr og prosess (BKS-1 2014)" beskriver rengjøring av kanalnett.

10 Oppstart, igangkjøring og innregulering

Oppstart, igangkjøring og innregulering utføres som for nye anlegg, men det kan være aktuelt å akseptere større toleranse ved innregulering hvis man forventer større lekkasje fra kanalnettet enn ved nytt kanalnett.

8.3 Tekniske utfordringer

Ombruk av kanalnett er først og fremst aktuelt i bygninger fra 1970–1980-tallet eller nyere. Anlegget bør også ha en viss størrelse før det er regningssvarende å ombruke kanalnettet.

De tekniske utfordringene må vurderes i hvert prosjekt. Viktige spørsmål om kanalnettets egnethet som bør besvares positivt, er:

- Er tegningene oppdaterte og lett tilgjengelige?
- Kan opprinnelig systemoppdeling ombrukes?
- Har sjakter tilstrekkelig kapasitet og tilgjengelighet?

- Er kanalanlegget og føringsveiene opprinnelig utført med god kvalitet?
- Er kanalene tilgjengelige for inspeksjon og renhold?
- Er kanalnettet tilpasset kommende brannstrategi?
- Er det lite synlig korrosjon på kanaler?
- Er det få kanaldeler med innvendig isolasjon?
- Er det liten risiko for kanaldeler med asbest?
- Er det tilfredsstillende kanaloppheng og innfesting?
- Er det et relativt tett kanalnett?

8.4 Helse, miljø og sikkerhet

Alternativet til ombruk er riving og montering av nytt kanalnett. De viktige HMS-aspektene knyttet til kanalnettet er knyttet til riving og montering, og det er nettopp dette man unngår ved ombruk. Ombruk av eksisterende kanalnett må baseres på en grundig gjennomgang av kanalnettet og renhold av de ombrukte kanalene før de tas i bruk. Hvis kanaler blir ombrukt uten at dette er ivarettatt, kan det oppgraderte kanalnettet få redusert funksjon, og ikke bidra som tiltenkt til innemiljøet.

8.5 Tid og kostnad

Ombruk krever en gjennomgang for å bedømme om kanalnettet er egnet. En slik gjennomgang tar noe tid.

Tabellen under viser kostnadene ved ombruk av kanalnett i Solbråveien 23 (Asker), et eksempel på et oppgraderingsprosjekt hvor ombruk av kanalnett viste seg å være lønnsomt. Merkostnadene er grovt estimert i forhold til erfaringer fra Solbråveien 23, som er på ca. 10 000 m² bruksareal.

Tabell. Kostnader for ombruk kontra riving og nyinstallering for Solbråveien 23

Aktivitet	Merkostnad, Solbråveien kr/10 000 m ²	Merkostnad, ombruk kr/m ²	Merkostnad, nyinstallering kr/m ²
1. Finne fram tegninger og dokumentasjon	10 000	1	
2. Gjennomgang av tegninger	10 000	1-2	
3. Gjennomgang i felt	10 000-100 000	1-10	
4. Skisseprosjektering	Ingen forskjell		
5. Vurdering av dimensjoner	20 000-50 000	2-5	
6. Detaljprosjektering	Ingen forskjell		
7a. Rive (150 kr/m ²)	150 000	15	150
7b. Kanalmontering	400 000-500 000	40-50	400-500
8. Trykktest	Ingen forskjell		
9. Lekkasjetetting	50 000	5	
10. Rengjøring	900 000-1 800 000	90-180	
11. Oppstart	Ingen forskjell		
Uforutsett		5-52	
SUM		160-330, snitt 245	550-700, snitt 625

Kostnadsanslagene viser at ombruk av eksisterende kanalnett var svært lønnsomt i forhold til et nytt kanalnett i dette prosjektet. Midlere anslått kostnad for ombruk er 245 kr/m², mens midlere kostnad for nye kanaler med riving er anslått til 625,-. Det gir en midlere besparelse på 380 kr/m² som, tilsvarer 3 800 000,- spart ved ombruk av kanalnett i Solbråveien 23.

Grovt sett kan man si at kanalkostnaden ble halvert som følge av ombruk, sett i forhold til en alternativ ny installering.

Det er også sannsynlig at ombruk av kanalnett sammen med oppgradering med aktive tilluftsventiler kan kutte ned byggetiden og dermed redusere tiden bygget ikke er i bruk. Besparelsen dette eventuelt gir, er ikke tatt med i denne økonomiske analysen.

I enkelte tilfeller kan det være mulig å gjennomføre en slik oppgradering med ombruk så raskt at det gir minimalt med ulemper for bygningens bruker og/eller minimale tap av leieinntekter.

8.6 Miljøgevinst

Bruk av eksisterende kanalnett er antatt å være et meget miljøvennlig alternativ til bygging av nytt kanalnett, men det er ikke foretatt en LCA-analyse av dette.

9 BETONG

9.1 Generelt

Betong er et mye brukt byggemateriale. Ombruk av betong kan omfatte en hel bygning, en konstruksjon eller bygningselementer. Lokal ombruk omfatter normalt ombruk i forbindelse med oppgradering eller ombygging av en bygning.



Foto: Umalt betongvegg (StockFreelimages 2014)

Betong består av vann, sement, tilslag og tilsetninger. Blandingen av vann og sement kalles sementlim eller sementpasta. Tilslaget, som er et samleord for sand, stein og pukk, blir blandet sammen med sementpastaen. Vanligvis blander man også i tilsetningsstoffer. Dette er stoffer som utgjør en relativt liten andel målt i vekt og volum, men som har stor innvirkning på hvilke egenskaper betongen vil få.

9.2 Muligheter for ombruk

Ombruk av bygningselementer

Ombruk av betongelementer er hovedsakelig aktuelt for prefabrikkerte betongelementer. I forbindelse med riving i prosjektet Pilestredet Park (Statsbygg 2002), gjennomførte Statsbygg et forskningsprosjekt som har vist at demontering av prefabrikkerte betongelementer er mulig. Det er særlig bygningselementer med relativt lav volumvekt og ikke for stort volum som kan ombrukes. Lettklinkerbetong har en volumvekt på ca. 600–1300 kg/m³, noe som i utgangspunktet gir grunnlag for håndterbare bygningselementer.

Ombruk av betongbaserte bygninger

Et eksempel på ombruk av eksisterende betong er Studentsiloen i Oslo, hvor betongen til en tidligere silo er ombrukt i sin helhet inn i et studentboligprosjekt i 2002 (se foto). Bygningen som skulle rehabiliteres for å skape studentboliger, var en kornsilo oppført i 1953 i plasstøpt betong. Bygningen bestod av 14 siloceller, en servicedel i 10 etasjer, samt en kjeller. Det ble dokumentert gjennom miljøkartleggingen at ingen miljøfarlige komponenter hadde direkte tilknytning til veggene i silocellene eller ved utskjæringen av betongblokkene (Engelsen, Hansen et al. 2002) Dermed var det en gunstig konstruksjon for ombygging til studentboliger.



Foto: Studentsiloen. Eies av Studentskipnaden i Oslo (Foto: Helge Høifødt)

9.3 Tekniske utfordringer

Ombruk av betongbaserte bygninger

Eksisterende bygninger er vanligvis ikke prosjektert med tanke på at de skal kunne ombrukes. Denne typen ombruk har imidlertid blitt stadig mer aktuell. Det skjer en rivende utvikling i samfunnet, der nye behov skal dekkes basert på eksisterende bygningsmasse hvor den gamle bruken av bygningen ikke lenger er aktuell. Ombruk av bærende betongkonstruksjoner er aktuelt blant annet i bygninger hvor det er en betydelig fleksibilitet for nye romløsninger. Her gjelder det å være kreativ og se muligheter i det som er.

Ombruk av bygningselementer

Veggblokker og etasjeskillere er som regel murt sammen og kan være vanskelig å demontere uten å gjøre skade. Her kreves manuelt arbeid for å få løftet elementene på riktig måte.

Et annet moment som kan gjøre ombruk krevende er at krav til styrke og sammensetning kan være vanskelig å dokumentere. I tillegg skal elementene kanskje tilpasses til en ny funksjon.

Viktige sjekkpunkter man bør vurdere ved ombruk av bygningselementer, er:

- Fins det FDV-dokumentasjon eller prosjekteringsgrunnlag som kan studeres?
- Er det mulig å demontere uten å skade komponenten?
- Hvordan er komponenten med tanke på dimensjonering?
- Hvilke påførte belastninger har vært under bruk?
- Hvilke påførte belastninger vil forekomme under demontering?
- Har det forekommet kjemiske påvirkninger under bruk?
- Er det korrosjonsskader på komponenten?
- Er tilstanden på armeringsjern tilfredsstillende?

9.4 Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?

Generelt

Betong er normalt sett et relativt ufarlig materiale, men betong kan også være forurenset av en rekke ulike stoffer.

Mørtler brukt i rehabiliteringsprosjekter i perioden 1960–1980 kan ha tilsetningsstoffer som inneholder PCB. Dette tilsetningsstoffet ble solgt blant annet under navnet *Borvibet*. Dette stoffet ble brukt ved påstøping, pussing, gysing, flikkarbeider, mørtel under skiferheller, fliser, i basseng og fontener. Betong kan også være malt med PCB-holdig maling. Arbeid med PCB-forurenset betong krever spesielle arbeidsmiljøtiltak.

Det er også vanlig å finne tungmetaller i betong, en andel som også kan øke i løpet av bruksfasen. Andre forurensninger som kan oppstå knyttet til bruk, kan for eksempel være oljeforurensninger på betongdekker og andre forurensninger i industrilokaler.

Maling og overflatebehandling på betong og tegl kan inneholde både PCB og tungmetaller, men også andre helse- og miljøskadelige stoffer. PCB var aktuelt som tilsetningsstoff til maling i tidsrommet 1930–1980, mens det kan være tungmetaller i maling fram til ganske nylig.

Påstøp, avrettingsmasser og lim kan i tillegg til de overnevnte helse- og miljøfarlige stoffene også inneholde asbest. Det fins klare regler for håndtering av asbest i Forskrift om utførelse av arbeid, med tilhørende godkjenningsordninger for virksomheter som driver med asbestsanering. For sanering av PCB og andre miljøgifter er ikke godkjenningsreglene like klare. Men Saksbehandlingsforskriften hjemler at virksomheter som skal være godkjente for miljøkartlegging og/eller miljøsanering må oppfylle visse krav til foretakets organisasjon, styringssystem og faglig kompetanse.

Det må være foretatt en tilstrekkelig miljøkartlegging før riving av bygningen eller konstruksjonen dersom en ønsker å bruke betongavfallet til et nyttig formål (Miljødirektoratet 2013) Både malings-sjikt, murpuss og selve betongen må vurderes.

Det skilles mellom lett forurenset og sterkt forurenset betong, noe som avhenger av grenseverdier for forurensning. Det er mulig å ombruke lett forurenset betong til et nyttig formål, men da har man et klart ansvar for å vurdere omfanget og virkningen av forurensningen. Virkningen avhenger blant annet av hvilke helse- og miljøfarlige stoffer som fins i betongen, konsentrasjonsnivåer og totalmengder av disse stoffene, hvilken risiko det er for at stoffene lekker ut, lokale resipientforhold og hvordan komponentene eller muren skal brukes (Miljødirektoratet 2013). Faktaarket "Disponering av betongavfall" (Miljødirektoratet 2013) gir en innføring i hvilke regler som gjelder dersom betong skal ombrukes til nyttige formål. Selv om det i faktaarket er spesielt fokus på betongbaserte løsmasser, gir det likevel en god indikasjon på hvordan man bør gå fram med tanke på direkte ombruk.

Miljøkartlegging av betongkonstruksjoner må gjøres på en slik måte at man ikke skader selve konstruksjonen.

Hva bør man unngå å ombruke?

Man bør ikke ombruke komponenter og materialer som er sterkt forurenset og som tilsier at de kommer i kategorien for farlig avfall. Hvorvidt komponenten kommer i kategorien farlig avfall, kommer an på grenseverdier og tenkt ombruk. Komponenter som inneholder asbest skal ikke under noen omstendigheter brukes om igjen (Lovdata 2011).

9.5 Tid og kostnad

I dag medfører ombruk av bygningselementer vanligvis økt tidsbruk. Ofte er tidsbruken av større betydning enn verdien av ombrukte bygningselementer. I praksis ser man derfor oftest at betongbygningene rives raskt og røft, og at betongen i beste fall gjenvinnes som erstatningsmasse ved veibygging eller liknende. I framtiden kan en mer bevisst prosjektering, grundig FDV-dokumentasjon, samt utviklede ombrukbare bygningselementer redusere tidsbruken for ombruk i vesentlig grad og ikke representere noen økonomisk ulempe, men kanskje heller en økonomisk gevinst.

I dag er prisen på levering av ren betong til miljøstasjon 30–50 kr per tonn. I noen tilfeller kan ren betong resirkuleres som fyllmasser slik at leveringskostnadene kan bli lavere enn dette. Uren betong som er forurenset av helse- og miljøfarlige stoffer er dyrere å levere inn. Hvor man er geografisk spiller også en rolle. Lett forurenset betong kan koste 120–180 kr per tonn.

9.6 Miljøgevinst

Betong, sammen med tegl, utgjør den største avfallsfraksjonen i bygge- og anleggsektoren. Produksjon av sement gir også store CO₂-utslipp. Desto mer som ombrukes av hele bygninger eller bygningselementer, desto mindre går til deponier, og desto mindre forbrukes av materialer og energi i forbindelse med ny produksjon. Ombruk av betong har derfor en betydelig miljøgevinst.

I de siste årene har det vært mest fokus på knust betong som erstatning for naturlig tilslag i betong, i grøfter og tilsvarende. Knust betong kan i prinsippet øke bindingen av CO₂ gjennom økt karbonatisering fordi overflaten økes ved nedknusing. For at dette skal ha en effekt, må midlertidig betongen knuses ned til 1–8 mm størrelse, noe som sjeldent gjøres ved normal ombruk av betong som tilslag (Leland 2008).

10 TRE

10.1 Generelt

Materialgruppa tre inkluderer alle typer ubehandlet og behandlet trevirke, limtrevirke og trefiberprodukter. Furu og gran er de mest brukte tresortene i Norge. Virket brukes i konstruktive elementer og inngår særlig i bindingsverk, innvendig og utvendig kledning, bjelkelag, taksperrer og takstoler, samt i større elementer som massivtreelementer og bjelker og søyler av limtre. I tillegg brukes trevirke i innredning og som fiber i plater og isolasjon.



Foto: Trepanel på yttervegg (StockFreelimages 2014)

Trevirke blir i liten grad ombrukt i Norge i dag, til forskjell fra eksempelvis USA, der "the reclaimed lumber industry" har vært en sentral bransjeaktør siden 1980-tallet. Flere amerikanske firmaer har spesialisert seg på å selge trevirke fra større bygninger til bruk i innredning og konstruksjon i kommersielle som private bygninger.

10.2 Muligheter for ombruk

Generelt

Trevirke utgjør som oftest ca. 30–40 % av samlet avfall ved riving og nybygging. Ombruk er generelt sett mulig for alle typer trevirke og trefiberprodukter.

Av særlig interesse er hele og stemplede lengder av konstruksjonsvirke, herunder takstoler, bjelker, stendere, tømmerammer og massivtreelementer. Videre er søyler, bjelker og dragere av limtre, herunder også diverse typer I-profiler, trefiberlameller, parallellfiner og andre splittede limtreetyper (element med asymmetrisk oppbygning av virkeekvalitet) av stor verdi, særlig der det foreligger merking eller på annen måte dokumentert fasthet på bygningsdelene. Andre konstruktive bygningsdeler omfatter hele kryssfinerplater og diverse typer trefiberplater med intakt egenskap og form, herunder også vindsperrplater av trefiber og trykkfast trefiberisolasjon. Utover dette utgjør bygningens utvendige og innvendige kledning et stort volum og potensial for ombruk. Dører, enkelte typer trevinduskarmer og innredning, herunder kjøkkeninnredning og intakte overflateplater av finer, er høyverdiprodukter med stor interesse for ombruk. Disse produktene har som regel lang levetid og kan demonteres relativt enkelt.

Et viktig potensial ligger også i ombruk av hele rommoduler. I dag brukes ferdige moduler til alt fra paviljonger og brakker til forskjellige typer bolighus. Modulene er fleksible og kan brukes i permanente eller midlertidige konstruksjoner. Det er et voksende marked for badersmoduler og andre ferdige rommoduler som består av tre og andre materialer. De er velegnet for ombruk forutsatt at det foreligger en dokumentert kvalitetssikret prosess for demontering.

På privatmarkedet fins det enkelte utsalg for brukte byggevarer og produkter, herunder trevareprodukter. I tillegg kommer antikkutsalg som har spesialisert seg på omsetning av spesielt verdifulle dører, vinduer og liknende.

De gamle laftebygningene i tømmer er et eksempel på praktisk ombruk, der bygningselementene enkelt kan demonteres og deretter monteres. Slike bygninger gir også høy mobilitet, ettersom det enkelte bygningselement (tømmerstokken) representerer en grei, transportabel enhet.

Eksempel: Gjenbrukshuset, Trondheim

I Gjenbrukshuset i Trondheim er ca. 85 % av reisverk og kledning av brukt trevirke. Også alle innerdører, ca. 50 % av kjøkkeninnredningene, all takstein og teglmur, 16 av 24 vinduer samt toaletter og vasker har hatt et tidligere liv. Ombruksmaterialene kommer fra riveprosjekter i Trondheimsområdet og ble framskaffet gjennom et fruktbart samarbeid med entreprenører, byggherrer og konsulenter (Trondheim 2006).



Foto: Gjenbrukshuset Trondheim (Trondheim 2006)

10.3 Tekniske utfordringer

Ved ombruk av trevarer er det viktig å definere en kvalitetssikret prosessbeskrivelse for uttak av rivingsvirke slik at virket beholder sin kvalitet og brukbarhet.

Eldre rivingsvirke er sannsynligvis ikke styrkesortert i utgangspunktet. Det må i tilfelle ettersorteres i henhold til NS-EN INSTA 142. Såfremt virket er i god stand og uten noen form for råte eller fuktskade, tyder erfaringer på at styrken ikke er vesentlig forringet. Det som eventuelt endres er seigheten til treverket: Trevirke mister duktilitet som en del av aldringsprosessen. Fastheten, som er den typisk dimensjonerende egenskapen for trekonstruksjoner, tenderer derimot til å øke.

Ombruk forutsetter at rivingen foregår i kontrollerte former. Rivingsvirke for ombruk skal håndteres som nytt virke. Rivingsvirke som blir utsatt for slag eller på annen måte overbelastet i forbindelse med riving, kan få skade og brudd og følgelig miste sin fasthetsklasse. Spesielt er det vanskelig å oppdage stukebrudd (trykkbrudd) i treverket. For eksempel har man erfaring fra takstoler under oppføring som har blåst over ende under montering og falt ned. Ved første øyekast kan treverket se uskadd ut, men det kan vise seg å ha mindre brudd som ikke lar seg utsortere visuelt.

Limtre er noe mer problematisk. Limtre stemples normalt ikke på kantsidene, men det kan i noen tilfeller sitte et merke på enden. Siden det ikke er mulig å ettersortere lamellene, må man anta en lavere kvalitetsklasse (sortering til sikker side). Delaminering i limfugen må også kontrolleres (det vil si at krav til delaminering må spesifiseres). Videre er limtre vanligvis sammensatt av midtlameller med lavere fasthet, og det må man ta hensyn til. Dersom originalt tverrsnitt ikke passer, men høyden må justeres ned når virket skal ombrukes, vil det redusere fastheten.

Massivtreelementer kan ombrukes som de er eller deles opp. Der elementet skal brukes konstruktivt, beholdes tykkelsen. Der tykkelsen endres, må den konstruktive ytelsen dokumenteres for det nye tverrsnittet.

Hele kryssfinerplater og diverse typer trefiberplater med intakt not og fjær, og plater der festemidlene ikke har forårsaket utriving av platekant eller på annen måte forårsaket vesentlig forringelse av platens skivevirkende ytelse, kan ombrukes direkte.

Normalt tilsier byggeskikken i Norge at trevirke festes mekanisk med spiker, stifter og skruer. Dette kan på den ene siden medføre at det går en del tid med å klargjøre materialet for ombruk, men samtidig er festemetodene og plassering av festene godt kjent mellom de forskjellige som utfører arbeid på bygget både ved oppføring og avhending.

Komposittmaterialer som for eksempel laminater, baderomsplater, golvbelegg og andre materialer som er limt eller permanent festet til plast, papp eller andre materialer, er vanskeligere å ombruke.

Det er av sentral betydning å sikre at videre prosesser ved bruk av rivingsvirke ikke utsettes for forsinkelser og skader knyttet til rester av festemidler som spriker, stifter eller skruer. Av samme grunn er det viktig at virket holdes rent og tørt. Grenseverdiene for relativ fuktighet skal være som for nytt tilsvarende bygningsmateriell.

De viktigste spørsmålene man kan stille seg for å avgjøre om et treprodukt er egnet for ombruk er:

- Er den funksjonelle kvaliteten forringet av fukt eller annen ødeleggelse?
- Er den strukturelle kvaliteten forringet av overbelastning eller annen ødeleggelse?
- Er den estetiske kvaliteten forringet av festemidler, hakk, hull eller maling?
- Er trevirket farlig avfall, for eksempel CCA- eller kreosotimpregnert?

10.4 Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?

Generelt

Impregneringsmidler inneholder giftige stoffer, og det er en viss risiko for at disse stoffene lekker ut når treverket blir vått (Miljødirektoratet 2014). Man bør ta høyde for risikoen for utlekking til drikkevann når materialene mellomlagres på byggeplassen.

Festemidler i stål kan utgjøre en sikkerhetsrisiko ved kapping og omdimensjonering av trevirke med elektrisk verktøy. Slike festemidler må derfor omhyggelig lokaliseres (eventuelt med metalldetektor) og fjernes på forhånd. Båndsgag kan være et nyttig verktøy i denne prosessen.

Hva bør man unngå å ombruke?

CCA- og kreosotimpregnert trevirke kommer under kategorien impregnert returtrevirke og regnes som farlig avfall (fra 1.1.2003). Dette skal ikke ombrukes, men i stedet leveres til nærmeste miljøstasjon.

10.5 Tid og kostnad

Historien viser at ombruk var mer utbredt tidligere fordi at det var mer lønnsomt å investere i arbeidstimer enn i materielle ressurser. Det ble derfor billigere å ombruke komponenter enn å kjøpe nytt. Laftede tømmerhus er et kjent eksempel på ombruk av tre i historien. I dag er dette regnestykket snudd om, det er nærmest alltid mer kostnadseffektivt å kjøpe nytt. I tillegg er det stor etterspørsel etter returtrevirke til energigjenvinning, noe som kan skape lavere interesse for ombruk.

10.6 Miljøgevinst

Det er kjent at tre er en fornybar ressurs som har høy verdi både som byggemateriale og som biomasse til energiutnyttelse. Biomasse anses å ha en helt nødvendig rolle som erstatning for fossilt brensel i overgangen til en fornybar økonomi og en oppbremsing av den globale oppvarmingen (IPCC 2014). Det kan derfor argumenteres for at energigjenvinning av brukt trevirke har en verdi som konkurrerer med verdien av ombruk, i større grad enn for de andre materialgruppene.

Samtidig spiller trevirke en rolle i karbonsyklusen, som en opplagring av karbon mens nye trær vokser opp. Karbonet som er lagret i trevirket slippes ut i atmosfæren når materialet brennes, og det er derfor ønskelig at trevirke lagres, for eksempel i byggemassen, så lenge som mulig. I tillegg er det mer ressursvennlig å ombruke om man inkluderer uttak, bearbeidelse og transport av trevirke inn i karbonregnskapet.

11 GLASS

11.1 Generelt

Glass brukes i vinduer og som fasademateriale. Det er svært energikrevende å produsere glass, derfor er ombruk ønskelig for hele vinduer og ruter, glassfasader og andre komponenter av glass.

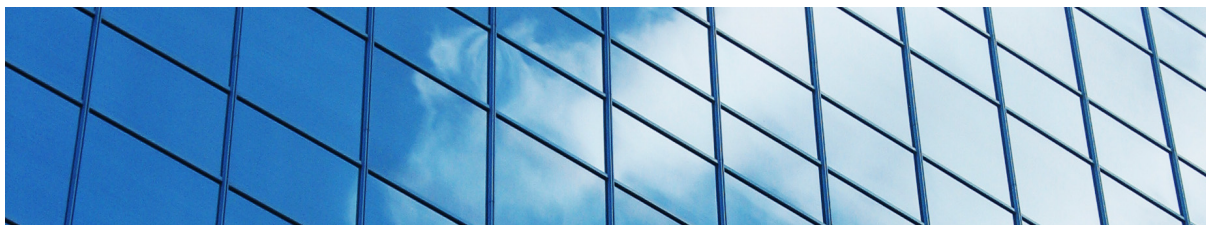


Foto: Glassfasade (StockFreelImages 2014)

11.2 Muligheter for ombruk

Muligheten for forholdsvis enkel demontering av vinduer fra vegg gjør at de teknisk sett kan fungere som gode ombruksprodukter. Moderne vinduer med modulmål kan enkelt brukes på nytt etter en rengjøring. Eldre vinduer er velegnet for ombruk som interiørelementer av mer kunstnerisk karakter og i rehabiliteringsprosjekter.

Ombruk er først og fremst aktuelt når vinduene har modulmål og oppfylder dagens krav til energitiltak. Såkalt retrofitting og endringer er mulig, og et eksempel på det er rehabiliteringen av Empire State Building i New York i 2012, der de ca. 6 500 originale vindusglassene ble brukt i en lokal produksjon av ny, energieffektiv vindusteknologi (Greenbiz 2010). Glass ble fjernet fra vindusrammene, separert og rensset, og deretter installert med nye avstandsstykker mellom rutene sammen med en suspendert belagt film og en spesiell gassfylling. Etter dette ble enhetene installert på nytt i eksisterende vindusrammer. Energieffektiviteten økte med fire ganger og førte til store energibesparelser (ESBtour 2010).



Existing Windows in the Empire State Building

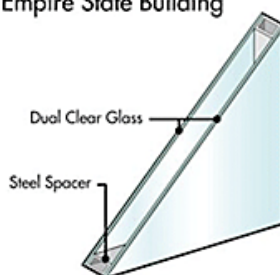


Foto og illustrasjoner: Ved rehabiliteringen av Empire State building ble de gamle vinduene omformet til moderne vinduer på selve byggeplassen (Greenbiz 2010).

I de aller fleste tilfeller er likevel denne typen redesign utenfor prosjektets rammer, og standardmoduler er de mest egnede elementene for ombruk.

En løsning som praktiseres i en del eldre bygninger er å supplere eldre vinduer med en ekstra rute slik at isoleringen blir mer tilfredsstillende. Det åpner for ombruk av ruter til dette formålet i rehabiliteringsprosjekter.

Et eksempel på ombruk av glassfasader i Norge er Powerhouse-prosjektet på Kjørbo i Bærum, der glassfasadene ble gjort om til innervegger.

Eksempel: Ombruk av glassfasader i Powerhouse-prosjektet Kjørbo

På Kjørbo i Bærum har to store kontorbygninger fra 1980-tallet blitt rehabilitert. Prosjektet har tilknytning til Powehouse-alliansen, som har som ambisjon at bygningene skal ha et positivt energiregnskap over levetiden etter rehabiliteringen. I prosjektet har det kommet tydelig fram at ombruk er nødvendig for å få ned tilskuddet av bundet energi fra byggematerialene. Den sotede glassfasaden i bygningene ble gjort om til innervegger og dører. Slik har kontorene fått nye glassvegger uten at det er tilført nytt glass. Dette er av betydning for energi- og miljøregnskapet for det ambisiøse prosjektet. Fasadeglasset er herdet, og kan derfor ikke bearbeides i særlig grad. Dette har krevd litt ekstra planlegging (TU 2013).



Foto: Ved oppgraderingen av Kjørbo ble glasset fra den gamle fasaden ble satt inn som skillevegger. (TU 2013)



Foto: Kjørbo ferdig oppgradert (Powerhouse 2013)

11.4 Tekniske utfordringer

De tekniske utfordringene må vurderes i hvert prosjekt. De viktigste utfordringene for ombruk av glass er knyttet til HMS- og energikrav. Ved ombruk bør man også ta i betraktning at vinduer har begrenset levetid. For å vurdere vinduer som egnet til ombruk, bør man kunne svare positivt på følgende:

- Er glasset og eventuelle rammer uskadd?
- Oppfyller glasset gjeldende krav til energiltak, eller kan det innenfor prosjektrammene oppgraderes til å oppfylle kravene? Ifølge TEK10 skal vinduer ha en U-verdi på maksimalt 1,2 W/m²K.
- Kan glasset eventuelt brukes i en sammenheng der krav til U-verdi er lavere, for eksempel i uoppvarmet bygning eller innervegg?

11.5 Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?

De aller fleste vinduer (med unntak av gamle, koblede vinduer) inneholder miljøfarlige stoffer, og bør derfor håndteres på en forsvarlig måte. PCB-holdige vinduer er alltid farlig avfall (Enova 2014), men det er mange andre stoffer man skal være oppmerksom på ved demontering av isolerglass. Dette tilsier at en mye større andel av vinduer som blir sanert i dag burde behandles som farlig avfall. Lista under er utarbeidet av styret for Forum for miljøkartlegging og -sanering (Isolerglass 2013):

- Vinduer med asbest og bly: Thermopane-vinduer har ofte asbestholdig fugemasse mellom glasset og ramma, og spacer av bly. Vinduene er ofte stemplet med *Glaverbel* eller *Vitrage isolant*.
- Vinduer med PCB: Norskproduserte vinduer fram til 1975, utenlandskproduserte fram til 1980, og alle vinduer uten stempel i avstandslista. For slike vinduer fins det et retursystem (Ruteretur 2014)
Vinduer med klorparafiner: Alle vinduer produsert fra 1975 til ca. 1986, muligens også senere
- Vinduer med ftalater: Vinduer produsert fra ca. 1980 til ca. 2003. Kan muligens også inneholde klorparafiner
- Vinduer med polysiloksaner og/eller 4,4-metylendifenyldiisocyanat: Vinduer fra ca. 2000 til i dag. Vi vet imidlertid lite om innhold av de polysiloksanene som regnes som miljøfarlige.
- De aller fleste vindusrammer i tre er innsatt med tinnorganiske treimpregneringsmidler.
- Alle vinduer med teramme er malt eller beiset, men vi vet lite om innhold av eventuelle farlige stoffer i malingen.
PVC-vinduer kan inneholde kadmium- eller blystabilisatorer, som gjør vinduene til farlig avfall.

11.6 Miljøgevinst

Glass er energikrevende å produsere og har derfor et høyt innhold av bundet energi og CO₂. Ut fra dette perspektivet har det høy miljøverdi å ombruke glass framfor å produsere nytt.

12 PLAST

12.1 Generelt

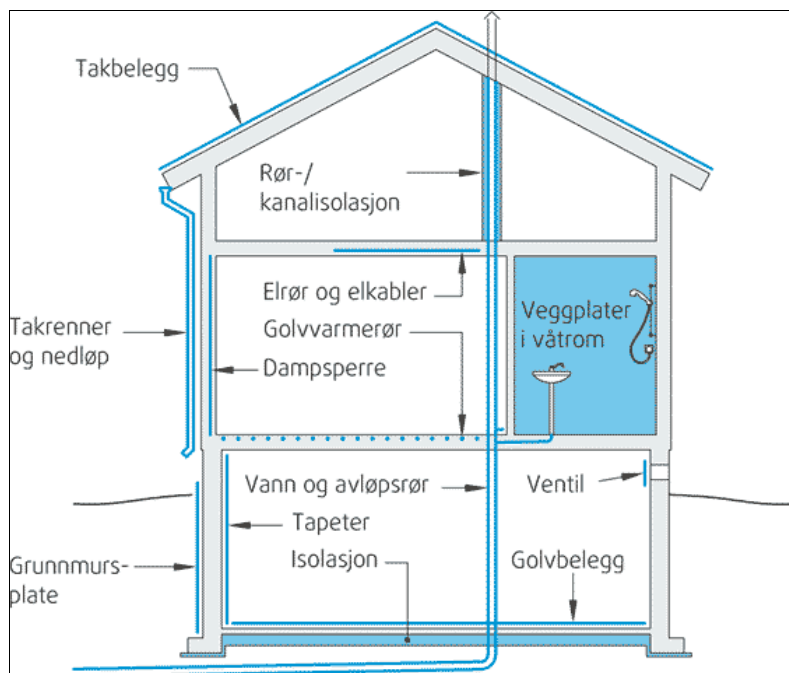
Plast har svært mange bruksområder i bygninger, både innvendig og utvendig. Materialet brukes også sammen med andre produkter i bygningen, eksempelvis lim og fugemasse. Plasten produseres i mange ulike kvaliteter, med ulik levetid. For øvrig blir det i mange produkter, som for eksempel i takbelegg, benyttet kombinasjoner av flere ulike typer plastmaterialer.



Foto: Plastrør (StockFreemages 2014)

Ulike typer plast

Plastmaterialer kan deles inn i termoplaster og herdeplaster. Termoplaster, som for eksempel isopor (EPS), polystyren (PS), polypropylen (PP), polyetylenterepftalat (PET) og polyetylen (PE-HD) er godt egnet for materialgjenvinning. Herdeplastene, som for eksempel fenolplast (PF), melaminplast (MF), umettet polyester (UP), epoxy (EP) og polyuretan (PUR) kan som regel ikke brukes på nytt i plastproduksjon, kun energigjenvinnes.



Illustrasjon: Hvor plastprodukter kan forekomme (Byggforskeren, Byggdetaljer 571.803)

12.2 Muligheter for ombruk

Ombruk av plastprodukter er lite utbredt, ettersom det er vanskelig i praksis og fordi det i stedet er materialgjenvinning som er i fokus som avfallshåndtering. Gjenvunnet plast brukes i en rekke nye produkter og til tekstiler (fleece). For eksempel kan polyetylen (PE-HD) brukes til produksjon av rør, tykk folie og slanger, mens blandet plastemballasje kan bli til paller, stolper og stolpegjerder.

Mulighet for ombruk begrenses kraftig i praksis på grunn av farlige tilsetningsstoffer. Dette gjør at det generelt sett ikke anbefales å ombruke plast. Et produkt som likevel kan være mulig å ombruke, er polykarbonatplater brukt som fasadeplater på næringsbygninger.

12.3 Tekniske utfordringer

Muligheten for ombruk og gjenvinning av plast kan sterkt reduseres i bruksfasen, for eksempel ved liming til underlag. Dessuten kan ikke de ulike plastkvalitetene materialgjenvinnes sammen. Dette bidrar per i dag til at den største delen av plastavfallet i byggebransjen blir energigjenvunnet eller deponert.

12.4 Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?

Plast kan inneholde stoffer som gir skader på helse og miljø, blant annet myknere, bromerte flammehemmere og tungmetaller. Eksempelvis inneholder golvbelegg og takfolier av polyvinylklorid (PVC) myknere opp til ca. 40 % for å gjøre dem fleksible å arbeide med.

Innhold av helse- og miljøfarlige stoffer i enkelte plastvarer medfører at det ikke lovlig kan ombrukes eller gjenvinnes, men må sendes til forbrenning som farlig avfall. Eksempler på slike stoffer i plastprodukter kan være:

- Ftalater, PCB, mellomkjedede klorparafiner og blyforbindelser i PVC-produkter som vinylbelegg og vanntryksmembraner
- Ftalater, PCB og klorparafiner i kabler laget av PVC
- Bromerte flammehemmere, høyklorerte mellomkjedede parafiner, blyforbindelser, arsenforbindelser og ftalater i tapeter (vinyltapet, våtromtapet og glassfibervev)
- Blystabilisator i kabelkanaler laget av PVC
- Flammehemmere og KFK-gass i EPS, XPS og polyeuretanskum

Et problem er at ulike generasjoner av disse produktene har forskjellig innhold av tilsetningsstoffer, og det kan være vanskelig å avgjøre hva som er egnet for bruk i dag. Eksempelvis kan ti år gammel XPS ikke brukes om igjen, mens nyere XPS i prinsippet kan det. Dilemmaet med tilsetningsstoffer er imidlertid at stoffer som utdateres på grunn av helse- og miljøfare ofte erstattes med nye stoffer som man har mindre erfaring og kunnskap om. Det viser seg ofte i praksis at de nye stoffene på sikt kan være vel så helse- og miljøfarlige som de stoffene de erstatter. En kjemisk analyse bør derfor gjennomføres på et utvalg av produktene som skal ombrukes.

De viktigste spørsmålene man kan stille seg for å avgjøre om et plastprodukt er egnet for ombruk er:

- Fins det informasjon om produktet i FDV-dokumentasjon?
- Inneholder produktet stoffer som er definert som farlig avfall, for eksempel KFK-gasser eller bly?
- Klarer man å demontere uten å skade komponenten?
- Er den funksjonelle kvaliteten forringet av festemidler, hull eller maling?
- Er verdien av ombruket, inklusive demonteringsarbeid, høyere enn verdien av plasten ved levering til materialgjenvinning eller energigjenvinning?

12.5 Tid og kostnad

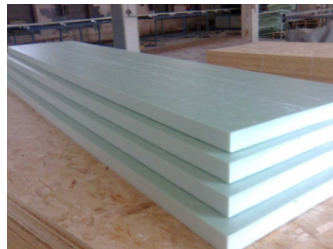
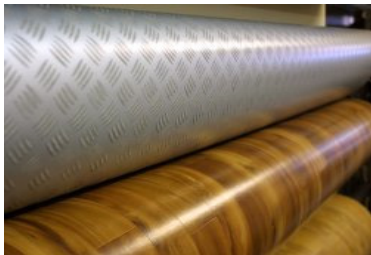
Komponenter som kunne vært egnet for ombruk (som EPS-isolasjon) er ofte støpt fast eller på annen måte festet til betong eller til takfolie. Kostnaden for å ombruke EPS blir dermed ofte høy. Der det ligger flere lag med EPS under det sammenlimte laget, burde det være enkelt å ombruke de uberørte lagene. Nyere tak er ofte lettere å demontere fordi mindre limes fast. Noen ganger er det mineralull mellom EPS og taklim, eller det er lagt plast eller løsmasser mellom EPS og betong.

EPS representerer store volum, og eventuelt ombruk er avhengig av et godt system for annenhånds-omsetning, slik at det kan omsettes raskt og lønnsomt. EPS produsert før 1995 inneholder midlertidig bromerte flammehemmere, som gjør at slike produkter skal leveres som farlig avfall.

12.6 Miljøgevinst

Plast er en materialgruppe der det av miljømessige årsaker kunne vært store gevinster å hente gjennom å tilrettelegge komponenter for ombruk. I en masteroppgave fra University of East London (Sassi 1998) er det gjort en rangering over ulike byggekomponenters miljøgevinst oppnådd gjennom ulike typer avfallsbehandling. På første, andre og tredje plass er det angitt ombruk av tre ulike plastprodukter:

- Vinylbelegg av PVC (forutsatt at det ikke er DEHP eller klorparafiner i PVC-en)
- Isolasjon av isopor/ EPS (uten bromerte flammehemmere)
- Takmembraner av EPDM-gummi (ethylenpropylengummi)



Fotos: Vinylbelegg, EPS-isolasjon og takmembraner av EPDM gummi – høy miljøgevinst hvis man kan få til ombruk (Blogspot 2014)

Ombruk forutsetter at man finner måter å unngå liming av belegg til underlag, slik at man enkelt kan samle inn belegget uten å skade materialene. Ombruk forutsetter også at man unngår miljøgifter i produksjon og merker produktene slik at type plast og eventuelle tilsetningsstoffer kommer tydelig fram – for å lette sortering etter første gangs bruk. Når det gjelder ny bruk, må det velges etter vurdering av komponentenes restlevetid og generelle tilstand. Ombruk og gjenvinning av plast anbefales i begrensede grad på grunn av farlige tilsetningsstoffer.

13 ELEKTRISKE KOMPONENTER

13.1 Generelt

Elektriske komponenter må vurderes nøye med tanke på sikkerhet før det ombrukes. Typiske komponenter kan være overvåkningskameraer, røykvarslere, lysstoffarmaturer, kabler, kontakter, sikringskap, varmtvannsberedere, styringselektronikk, motorer, teinstallasjoner og varmeovner. Ofte vil midlertidig elektriske komponenter vurderes som uaktuelle for ombruk fordi de teknisk sett kan ha gått ut på dato.



Foto: Elektronikk (StockFreelimages 2014)

13.2 Muligheter for ombruk

Ettersom det er vanskelig å få garanti tilsvarende ved kjøp av nye komponenter, vil det være en viss usikkerhet ved å ombruke elektriske komponenter. Denne usikkerheten kan minskes ved å få fagfolk til å vurdere komponentene opp mot nye utgaver.

13.3 Tekniske utfordringer

Ombruk av elektriske komponenter kan være vanskelig, ettersom slike produkter gjerne har kortere levetid enn mange andre byggkomponenter. Den teknologiske utviklingen går raskt, og komponentene blir mer effektive. Mange komponenter har innebygde batterier som brukes opp og som kan gjøre at komponenten etterhvert blir ubrukelig.

Det kan også være vanskelig å kjenne til holdbarheten til elektriske komponenter, noe som kan gjøre at det kan være fristende å bytte dem ut for å være på den sikre siden. Tekniske installasjoner kan også være vanskelig tilgjengelig for demontering.

De funksjonelle egenskapene bør vurderes nøye i hvert tilfelle. Spesielt bør man spørre seg:

- Tilfredsstiller komponenten dagens tekniske og sikkerhetsmessige krav?
- Er det tegn til svimerker på apparat eller ledning?

13.4 Helse, miljø og sikkerhet – Fins det noen risiko?

Alt elektrisk og elektronisk utstyr som skal ombrukes skal demonteres på en forsvarlig måte slik at de ikke skades. Elektriske komponenter kan inneholde mange forskjellige typer miljøfarlige stoffer som blant annet PCB (Polyklorerte bifenyler), bly, bromerte flammehemmere, tinn og kvikksølv. Flammehemmerne er brukt i plast i mange typer elektronikk, i TV-er, stereoanlegg og annet EE-avfall.

Lysstoffrør og sparepærer inneholder kvikksølv og skal leveres som elektrisk avfall på avfallsmottak. Lysstoffrør og sparepærer må ikke knuses. Vanlige pærer er også EE-avfall, og inneholder bly, tinn og andre helse- og miljøskadelige stoffer.

Lysarmaturer produsert før ca. 1985 har ofte én eller to kondensatorer som kan inneholde PCB, som er svært miljøskadelig. Slike armaturer skal leveres som elektronisk og elektrisk avfall eller til mottak for farlig avfall. Fra 2005 er det forbudt å ha slike armaturer med PCB-holdig kondensator i bruk. Hele lysarmaturen leveres som EE-avfall. Lyskastere med halogen-, kvikksølv- og metalldamp pærer kan

også inneholde kondensatorer med PCB. Det kan også finnes PCB-kondensatorer på oljebrennere, heismotorer og andre motorinstallasjoner fra perioden 1950–1993.

Ioniske røykvarslere og detektorer inneholder en liten radioaktiv enhet som ofte inneholder det radioaktive stoffet americium eller andre radioaktive stoffer. En slik enhet er merket med symbolet for radioaktivitet. Alle typer varslere eller detektorer skal demonteres og leveres til godkjent mottak for EE-avfall. De skal leveres som knuselige enheter i egen beholder som egen fraksjon.

Kabler kan inneholde bly, flammehemmere, kadmium og PCB. Jordkabler inneholdt tidligere PCB-olje til kjøling. Slike kabler skal tas ut i hele lengder med tette endestykker slik at oljen ikke kan lekke ut.

Hva bør man unngå å ombruke?

Man bør ikke ombruke komponenter som ikke tilfredsstillter dagens krav til teknikk, helse, miljø og sikkerhet. Slike komponenter skal leveres som EE-avfall.

13.5 Tid og kostnad

Kostnaden på ny elektronikk har blitt lav de siste årene, slik at det er lite å spare på ikke å kjøpe nytt.

13.6 Miljøgevinst

Elektriske komponenter inneholder sjeldne jordartsmineraler som er viktig å ta vare på. Ofte kastes elektriske komponenter lenge før den tekniske levetiden er over som følge av ønske om å få det nyeste på markedet.

NETTRESSURSER

Ombruk av byggematerialer – konsultasjon, prosjektledelse og online utvalg:

www.finn.no

www.wastematch.org

www.stardustbuilding.org

www.bioregional-reclaimed.com/index.htm

www.salvo.co.uk

www.genbyg.dk

www.4cycle.se

www.lifecyclebuilding.org/resources.php

www.c2ccertified.org

Veiledning og diverse rapporter kan også finnes på www.byggemiljo.no

REFERANSER

- EPA (2008) "Lifecycle Construction Resource Guide", Environmental Protection Agency, USA
- Holthe, K. og A.N. Rolstad (2005) "Miljøriktig riving av boliger" SINTEF Byggforsk, Oslo
- Kay, T. og J. Essex (2010) "Pushing reuse" Bioregional/Salvo, London
- Landet, R.R. (2007) *Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall* (NHP) 2007-2012
- Lazarus, N. (2006) *BedZED Construction Materials Report*. Bioregional
- Leland, B. (2008) *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. Rapport, RIF, Oslo
- Nordby, A.S. mfl. (2006) *Lifetime and demountability of building materials*. Proceedings of the Global Built Environment conference in Preston (Editor M. Mourshed 2006)
- Nordby A. S. (2011) *Effektive gjenbruksløsninger. Utredning om miljøvurderinger ved ombruk av byggematerialer*. Delrapport, Trondheim kommune, Trondheim
- Sassi, P. (1997) *Designing for recycling*. Masteroppgave, University of East London, London
- Sassi, P. (2004) "Designing buildings to close the material resource loop" *Engineering Sustainability* 157, Issue ES3 (ss. 163-171)
- Rognlien, S. (2002) *Designstrategi for bruk av gjenbruksmaterialer*. Rapport, Statsbygg, Oslo
- Thormark, C. (2000) *Including recycling potential in energy use into the life-cycle of buildings*. *Building Research & Information*, 28 (3), 176-183
- Thormark, C. (2001) *Recycling Potential and Design for Disassembly in Buildings*. Thesis, Lunds Universitet, Lund
- Wærp, S. og K. Holthe (2009) *Turnover rate and environmental load for building materials – checkpoints in design process*. *Proceedings for SASBE-conference*, Delft
- Byggforskserien, Byggforvaltning 752.251: *Rengjøring av ventilasjonsanlegg. Metoder, utstyr og prosess*. SINTEF Byggforsk, Oslo
- Byggforskserien, Byggdetaljer 571.803: *Plastmaterialer i bygg. Typer og egenskaper*. SINTEF Byggforsk, Oslo
- Blogspot (2014) "Flooring" fra http://3.bp.blogspot.com/_7-bCswduL3A/TRizjiYG3hI/AAAAAAAAA3Y/KDFpd9Mjxwk/s1600/vinyl_flooring.jpg
- Engelsen, C. J., E. A. Hansen, et al. (2002) *Miljøpåvirkning ved bruk av resirkulert tilslag*. R.-P. 03/2002. Oslo/Trondheim, SINTEF Byggforsk.
- ESBtour (2010) "Empire State Building Sustainability Exhibit." from www.esbtour.com/en-us/d/Default.aspx
- Gether, H. (2001) *Industriell tilnærming til ombruk av materialer. Bærekraftig utvikling og redusert avfall*. S. Gether AS, Oslo Kommune, Selmer ASA, Optiroc AS, OMMAT-prosjektet
- GLITNE (2010) "Mer miljøvennlige bygg gjennom økt verdisetting av miljøeffekter." fra www.sintef.no/Projectweb/GLITNE/Mer-om-prosjektet
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, VI and V2*. I. P. o. C. Change
- Lovdata (2011) *Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid)*. A.-o. sosialdepartementet
- Madsø, F. (2001) *Lilleborg - gjenbruk av tegl*. O. K. NCC, Statsbygg
- Makitech (2014) "Bilde sirkulær spirokanal" from <http://makitech.no/spiro-r%C3%B8r-125>
- Miljødirektoratet (2013) *Disponering av betong*. Faktaark M-14 2013
- Miljøstatus (2014) "Betong- og teglavfall" fra www.miljostatus.no/Tema/Avfall/Avfall-og-gjenvinning/Avfallstyper/Betong-og-teglavfall
- Nordby, A. S. (2009) *Salvageability of building materials - reasons, criteria and consequences of designing buildings to facilitate reuse and recycling*. Doktoravhandling. Trondheim, NTNU.
- Ruteretur (2014) "Returordning for kasserte PCB-holdige isolerglassruter", fra www.ruteretur.no/ShowHTML.aspx?file=Hjem.htm
- Statsbygg (2002) *Rapport fra miljøriktig riving*
- StockFreeImages (2014) "Nettside for gratis nedlastbare fotografier" fra www.stockfreeimages.com
- Trondheim (2006). "Fakta-ark Gjenbrukshuset" fra www.trondheim.kommune.no/content/1117716896/FAKTAARK-om-Gjenbrukshuset-i-Trondheim

Anbefalinger ved ombruk av bygge-materialer

Hvordan kan ombruk bli et kostnadseffektivt og praktisk alternativ til nye materialer i markedet, både internt i oppgraderingsprosjekter og gjennom tredjepartsleverandør? Hvordan kan vi håndtere noen av hindringene som fins i dag? Hvilke produkter representerer de lavest hengende fruktene når det gjelder ombruk?

Denne rapporten går gjennom det juridiske rammeverket og kritiske punkter som angår ombruk. Den tar for seg diskusjoner og forslag til løsninger på ulike utfordringer. Rapporten beskriver videre åtte ombruksscenarioer for aktuelle materialgrupper. Kunnskapen som er presentert, er basert på tidligere arbeid og erfaringer fra de involverte partene.