

Resirqel, Skanska & So-La

Litteraturstudie

Forsvarlig ombruk av byggevarer del 1

Rapport for DiBK
01.07.2019

Forsvarlig ombruk av byggevarer

Rapport for Direktoratet for Byggkvalitet (DiBK) 2019

Deloppgave 1: Litteraturstudie

Forfattere

Litteraturstudiet er skrevet og basert på analyser av:

Lasse Kilvær (Resirqel AS)

Olav Sunde (Resirqel AS)

Martin Eid (Resirqel AS)

Henning Fjeldheim (Skanska AS)

Ole Rydningen (Sola/Studio Oslo Landskapsarkitekter AS)

1. Litteraturstudie

Om Litteraturstudien

Denne studien, som leveres 1.juli 2019, er den første og forberedende delen av rapporten *Forsvarlig ombruk av byggevarer* som leveres 1. oktober 2019.

Fra vårt tilbud:

«Litteraturstudiet er fasen hvor vi innhenter ny informasjon utenfra, skaffer en oversikt over studier som allerede er gjort, og rammene for ombruk innenfor regelverket. Våre funn i litteraturstudiet vil påvirke og danne grunnlag for det videre arbeidet.

Vi vil som utgangspunkt i denne delen søke materiale bredt og identifisere konkrete prosjekter. Det er kjent materiale fra landene nevnt i utlysningen, vi ønsker å kartlegge hva som rører seg innenfor ombruk i hele EU/EØS, og sammenfatte det mest interessante materialet.

En sentral del av litteraturstudiet vil være å se nærmere på hva som faktisk er gjennomført av ombruk i prosjekter, i EU/EØS land, hvor man er underlagt mye av det samme regelverket som i Norge. Hvilke byggevarer har blitt ombrukt, til hvilke formål og hvordan har de gått frem når det gjelder å dokumentere teknisk og kvalitativt, samt dokumentasjonskrav.

Resultat deloppgave:

-Litteraturstudie med oppsummering av relevante rapporter, hjemmesider, og andre relevante kilder. Fokus på eksempler på ombruk, og å kartlegge praksis når det gjelder håndhevelse av eksisterende regelverk.»

I arbeidet med studien har vi kommet over store mengder litteratur om ombruk, der det ikke alltid er åpenbart hva som vil være verdifullt for rapporten ved første øyekast. Eldre kilder har, til tross for å ikke være direkte relevante i forhold til å takle dagens regelverk, vært svært verdifulle med tanke på prosess, testing av egenskaper, osv. Nyere kilder har i flere tilfeller ikke nevnt problemstillingen rundt regelverk med et ord. For å kunne komme gjennom den viktigste delen av mengden av regler, notater, rapporter, artikler, bøker, og nettsteder, har vi delt oppgavene mellom de fem operative medlemmene i arbeidsgruppa.

Vi vil takke DiBK for å ha utformet tilbudet, valgt vårt tilbud, og finansiert arbeidet. Det er en sjelden mulighet til å fordype seg i et stoff og en problemstilling som krever fordypning, en verdifull mulighet vi ellers ikke ville ha hatt. DiBK er også viktig som kunnskapsmiljø og diskusjonspartner.

Vi vil også rette en stor takk til Ressursgruppen, som stilt opp og bistått med sin brede og dype kombinerte kunnskap gjennom forslag til tekster, kontakter, nettsteder, og ikke minst diskusjoner. Vi ser frem til å samarbeide mer med dere alle i det videre arbeidet.

Oppsummering

Retningslinjene for forsvarlig ombruk i dag ligger i det eksisterende regelverket for bygg og byggematerialer. Her har vi valgt å fokusere på de generelle forskriftene og forordningene Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK), Byggevareforordningen, og Byggteknisk forskrift (TEK17). Vi har også sett på interne notater og presentasjoner for å få et innblikk i intensjoner o.l.

De fleste tekstene i litteraturstudien er generelle tekster om ombruk av byggevarer. Noen av disse går i dybden rundt problemstillinger for flere materialer, og vil kunne brukes i det videre arbeidet med disse materialene. Andre er mer generelle og mindre relevante for oss, men kanskje mer inspirerende og interessante som allment lesestoff.

Noen av tekstene vurderer bare en produktkategori, eller hovedsakelig bare en produktkategori, for ombruk. Disse er samlet under *Materialspesifikke tekster om ombruk*.

Stålbransjen i Nord Europa er i ferd med å utvikle prosedyrer og systemer for ombruk av bærende stålkonstruksjoner. Dette arbeidet er pågående og vi har tatt med noen av de nyeste og viktigste i litteraturstudien. En generell trend er at problemstillingen rundt CE-merking blir ansett som løst gjennom gjeldende regelverk, men at det foreløpig mangler praktiske eksempler på gjennomførte prosjekter.

Betongprodukter er nevnt i flere av de generelle tekstene, men er bare representert i en materialspesifikk tekst i litteraturstudien. Denne teksten, og det samlede inntrykket, er likevel så lovende i beskrivelsen av en slik prosess at vi vurderer det som interessant å se videre på ombruk av brukte hulldekker i betong. Når vi også vet at det pågår praktisk arbeid med ombruk av betonghulldekker i Oslo i dag, har vi valgt ut ombruk av hulldekker av betong som en av de utvalgte produktene i det videre arbeidet.

I arbeidet med litteraturstudien har vi funnet lite relevant informasjon om ombruk av treverk og treprodukter. Treverk er stort i masse, og derfor utslipp, men mindre energiintensivt enn stål, betong og mursten i tegl. Vi kommer sannsynligvis ikke til å fokusere på ombruk av treverk som en konsekvens av en kombinasjon av dette.

Mursten i teglstein er et typisk ombruksprodukt som er modulært, og eksempelet fra Lilleborg er svært godt dokumentert. Hvis vi kan hente ut mer informasjon, gjennom intervjuer etc. ift Gamle Mursten i Danmark, som leverer ytelseserklæring basert på EAD (European Assessment Document), heller enn å CE-merke ombrukt mursten i tegl, og Lendager Group, som tar ut felter av nyere, brukt mursten og lager fasadekomponenter av dem, vil mursten i tegl kunne være et godt dokumentert fokusområde å se videre på.

Videre arbeid

I det videre arbeidet vil vi fokusere på et mindre utvalg materialer, basert på det vi har funnet her i litteraturstudien og hva vi har fått signaler om at kan finnes av informasjon der ute. Det vil blant annet utføres dybdeintervjuer med ressurspersoner, besøk til bedrifter og bygg, og oppfølging av pågående prosjekter som er relevante for rapporten. Vi vil også sammenligne vurderinger og påstander i kildemateriale, og praksisen som viser seg i eksemplene, opp imot teksten i regler og forordninger. Foreløpig er de utvalgte materialene, eller produktene, disse: bærende stål (konstruksjonsstål), hulldekker i betong, mursten i tegl (mursten og fasadeelementer), og vinduer/glass. Det vil også undersøkes hvorvidt forskjellige former for treverk teoretisk sett kan ombrukes uten dokumentasjon av egenskaper.

Innholdsfortegnelse

1. Litteraturstudie.....	2
1.1 Regelverk: Forskrifter og forordninger	5
Byggevareforordningen (ref. 1001)	5
Byggteknisk forskrift (TEK17) (ref. 1019)	5
Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK) (ref. 1024).....	7
1.1.1 Notater: Forskrifter og forordninger.....	11
Reused construction products and the CPR (AG 008-06.1) (ref 1016)	12
AdCo 25_12_01 Reuse of construction products (ref 1017).....	13
1.2 Generelle tekster om ombruk.....	13
Lendager’s Changemakers guide to the future (ref 1003).....	14
Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg (ref 1004).....	15
Gjenbruk av bygningskomponenter og -materialer (ref 1005).....	17
Circular economy in the Nordic construction sector (ref 1006)	24
Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer (ref 1008)	25
Building a circular future (ref 1011).....	29
Gjenbruk i byggebransjen- State of Art (ref 1014).....	30
The circular economy in the built environment (ref. 1015).....	33
Evaluation of Recycling & Reuse of Building materials from Demolition: Cost feasibility and environmental impact assessment (ref. 1020)	34
Nordic Built Component Reuse (ref 1026).....	34
1.3 Materialspesifikke tekster om ombruk.....	35
1.3.1 Materialspesifikke tekster om stål.....	35
Återbruk av Stålkomponenter (ref 1002)	36
DIP118: Ombruk av Stål og tilknyttede byggematerialer (ref. 1007).....	38
Protocol for reusing structural steel (version 05). SCI 2019 (ref. 1009)	41
1.3.2 Materialspesifikke tekster om Betong.....	43
Reuse of hollow core slabs from office buildings to residential buildings (ref 1027)	43
1.3.3 Materialspesifikke tekster om treverk.....	44
Recycling and End-of-Life Scenarios for Timber Structures (ref. 1027)	45
1.3.4 Materialspesifikke tekster om Mursten i tegl.....	45
Lilleborg gjenbruk av mursten i tegl (ref. 1029, 1030, 1031, 1032).....	45

1.1 Regelverk: Forskrifter og forordninger

Retningslinjene for forsvarlig ombruk i dag ligger i det eksisterende regelverket for bygg og byggematerialer. Her har vi valgt å fokusere på de generelle forskriftene og forordningene *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)*, *Byggevareforordningen*, og *Byggteknisk forskrift (TEK17)*.

Byggevareforordningen (ref. 1001)

EU/DiBK, EU/Norge, 2011/2013

Scope

Fra DiBK sine sider:

«Byggevareforordningen fastsetter regler for omsetning og tilsyn av CE-merkede byggevarer. CE-merkede byggevarer kan omsettes i hele EØS-området.»

Formål:

«Denne forordning fastsetter vilkårene for å bringe i omsetning eller gjøre byggevarer tilgjengelige på markedet ved å fastsette harmoniserte regler for hvordan byggevarers ytelse skal uttrykkes med hensyn til deres vesentlige egenskaper og for anvendelsen av CE-merking på disse varene.»

Byggevareforordningen er innført/gjennomført i *kapitel II* i *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)*.

Oppsummering

Byggevareforordningen (eng. forkortelse CPR) fastsetter harmoniserte regler for markedsføring av byggevarer i EU/EØS. Forordningen setter en standard for en felles teknisk beskrivelse for å vurdere ytelsen til byggevarer. Dette sikrer at pålitelig informasjon er tilgjengelig for byggenæringen, offentlige myndigheter og forbrukere, slik at man kan sammenligne ytelsen til produkter fra ulike produsenter i forskjellige land.

Målsetningene med Byggevareforordningen er å legge til rette for fri sirkulasjon av byggevarer på EUs indre marked - produkter må kun testes en gang i henhold til en harmonisert europeisk standard eller europeisk teknisk bedømmelse. Videre kan nasjonale myndigheter stille krav til ytelse ved hjelp av den harmoniserte europeiske standarden eller europeisk teknisk bedømmelse. Brukere av byggevarer kan bedre definere ytelseskravene sine og markedsovervåking kan gjøres i henhold til en felles informasjonsstruktur.

Byggteknisk forskrift (TEK17) (ref. 1019)

Scope

Tek 17 regulerer alle minimumskrav til byggverk som oppføres i Norge.

Oppsummering

Byggeteknisk forskrift Tek 17 trekker opp grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge.

Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming, og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi.

Utdrag av Forskrift:

Kapittel 2, 3 og 4.

Dokumentasjonskrav

Dokumentasjon for oppfyllelse av krav

§ 2-1. Generelt

- (1) Det skal dokumenteres at kravene i forskriften er oppfylt i det ferdige byggverket.
- (2) Dokumentasjonen skal være skriftlig.
- (3) Oppfyllelse av krav og preaksepterte ytelser kan dokumenteres ved bruk av Norsk Standard eller likeverdig standard.

§ 3-1. Dokumentasjon av produkter til byggverk

- 1) Regler for dokumentasjon av produkter følger av forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk.
- (2) Før produkter bygges inn i byggverk skal det dokumenteres at produktene har de egenskapene som er nødvendige for at det ferdige byggverket skal tilfredsstillende kravene i forskriften.

§ 4-1. Dokumentasjon for driftsfasen

- (1) Ansvarlig prosjekterende og ansvarlig utførende skal, innenfor sitt ansvarsområde, framlegge den nødvendige dokumentasjonen for ansvarlig søker. Dokumentasjonen skal gi grunnlag for hvordan igangsetting, forvaltning, drift og vedlikehold av byggverket, tekniske installasjoner og anlegg skal utføres på en tilfredsstillende måte.

Viktige funn

§ 9-1. Generelle krav til ytre miljø

Byggverk skal prosjekteres, oppføres, driftes og rives på en måte som medfører minst mulig belastning på naturressurser og det ytre miljøet. Byggavfallet skal håndteres tilsvarende.

§ 9-5. Byggavfall

- (1) Byggverket skal sikres en forsvarlig og tilsiktet levetid slik at avfallsmengden over byggverkets livsløp begrenses til et minimum.
- (2) Det skal velges produkter som er egnet for ombruk og materialgjenvinning.

Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK) (ref. 1024)

Scope

DOK regulerer krav til byggevarer som ikke er CE-merket, og hva som betegner en byggevare som ikke er CE-merket.

Oppsummering

Krav om dokumentasjon av produkter til byggverk er nedfelt i egen forskrift. Dette skal tydeliggjøre forskjellen mellom omsetning av produkter til byggverk i EØS-området (BVF) og bruk av produkter til byggverk i Norge (DOK).

EØS-avtalen skal sikre fritt varebytte i hele EØS-området. Egenskapene til produkter til byggverk dokumenteres på samme måte i EØS-området for å fjerne tekniske handelshindringer. (BVF, CE-merking og ytelseserklæring)

Tekniske krav til byggverk fastsettes på nasjonalt nivå, og varierer fra land til land. Det betyr at de ansvarlige foretakene i byggesaken skal sjekke at egenskapene til produktene som skal brukes, er slik at produktene er egnet for at byggverket oppfyller krav i byggteknisk forskrift.

Viktige funn

III Krav til byggevarer som ikke er CE-merket.

Kapittel III inneholder krav om dokumentasjon også for byggevarer som ikke er CE-merket, det vil si i tilfeller hvor det *ikke finnes en harmonisert standard* eller produsenten ikke har valgt å få utført en *europaisk teknisk bedømmelse*.

§9 Virkeområde for kapittel III

Dette kapitlet gjelder for byggevarer som ikke er CE-merket.

§9 Første ledd.

•Byggevareforordningen fastsetter regler for markedsføring og omsetning av byggevarer der det finnes harmoniserte tekniske spesifikasjoner.

For disse byggevarene gir byggevareforordningen uttømmende regler om produktdokumentasjon, markedsføring og omsetning. Medlemsstatene kan ikke vedta ytterligere regler for markedsføring og omsetning for disse byggevarene enn det byggevareforordningen fastsetter.

•Imidlertid vil ikke alle byggevarer omsettes eller gjøres tilgjengelige på EØS-markedet være CE-merket. Dette er byggevarer som ikke er omfattet av en harmonisert produktstandarder, og som produsentene har valgt å ikke få utført en europeisk teknisk bedømmelse av, som jo er frivillig. Ikke CE-merkede byggevarer kan imidlertid ha akkurat den samme betydningen for byggverk som CE-merkede byggevarer, og underlegges derfor dokumentasjonskrav. Ikke CE-merkede byggevarer skal også ha dokumenterte egenskaper slik at de som velger byggevarer til byggverk kan vurdere om de medvirker til at byggverket oppfyller byggteknisk forskrift.

§9 Andre ledd

For byggevarer som bestilles eller lages for ett spesielt byggverk og produksjonsmetoden ikke inngår i produsentens ordinære virksomhet gjelder ikke § 10 tredje ledd og § 12.

Byggevarer som spesialbestilles og lages for innbygging i ett enkeltstående byggverk er unntatt fra noen av kravene om produktdokumentasjon. Grunnen til dette er byggevarer som spesialbestilles ikke er serieprodusert, og faller derfor utenfor produsentens ordinære virksomhet. Unntaket omfatter imidlertid ikke produkter som serieproduseres over tid, selv om produksjonen åpner for dimensjonstilpasning eller ulike varianter av produktet. Unntaket omfatter byggevarer som er individuelt produsert eller ikke serieprodusert, som er nødvendig å benytte for å ivareta fredede eller bevaringsverdige bygninger, blant annet slik at utskiftning kan foretas del for del med samme eller tilsvarende materialer. Produksjon av byggevarer på byggeplassen til ett enkeltstående byggverk omfattes også av unntaket.

Det finnes et lignende unntak for CE-merkede byggevarer som ikke er serieprodusert eller som bygges på byggeplass, og som skal bygges inn i et enkelt, identifisert byggverk av produsenten som er ansvarlig for innbygging av byggevarer i byggverket.

§9 Tredje ledd

For byggevarer uten vesentlig betydning for at byggverket oppfyller krav i byggteknisk forskrift gjelder ikke § 10 tredje ledd og § 12.

§10 Dokumentasjon av vesentlige egenskaper.

§10 Første ledd

Byggevarer som ikke er CE-merket skal ha slike egenskaper som, når byggevaren er forsvarlig benyttet, medvirker til at byggverk tilfredsstiller grunnleggende krav til:

- a) Mekanisk motstandsevne og stabilitet
- b) Brannsikkerhet
- c) Hygiene, helse og miljø
- d) Sikkerhet og tilgjengelighet ved bruk
- e) Vern mot støy
- f) Energiøkonomisering og varmeisolering
- g) Bærekraftig bruk av naturressurser.

Veiledning til første ledd.

I likhet med CE-merkede byggevarer skal byggevarer som ikke er CE-merket ha slike egenskaper som medvirker til at byggverk tilfredsstiller grunnleggende krav. Disse grunnleggende krav, som byggevarer som ikke er CE-merket vurderes opp mot, er de samme som de grunnleggende kravene fra byggevarerforordningen (vedlegg 1).

§10 andre ledd

Vesentlige egenskaper skal dokumenteres i den grad de er nødvendig for vurdering av byggevarens egnethet til bruk i byggverk. Minst én egenskap skal alltid dokumenteres.

Veiledning til andre ledd

Ikke alle egenskaper til en byggevare er nødvendig å dokumentere. Byggevarens egenskaper skal dokumenteres i den grad de er nødvendig for å vurdere egnethet til bruk i byggverk.

Produsenten trenger altså ikke å dokumentere flere produktegenskaper enn de som strengt tatt er nødvendig for å vurdere byggevarens egnethet til bruk i et byggverk. For eksempel skal vindusprodusenter blant annet dokumentere U-verdi til vinduene han omsetter slik at brukere kan vurdere om vinduene vil medvirke til at byggverk oppfyller grunnleggende krav til energieffektivitet. Dersom byggevaren markedsføres til en spesifikk bruk i byggverk, der det vil være nødvendig å kjenne gitte produktegenskaper, for å vurdere egnethet i bruk i byggverk skal disse egenskapene dokumenteres.

I likhet med *Byggevareforordningen*, skal produsent alltid deklare minst én egenskap i produktdokumentasjonen for å unngå at byggevarer omsettes uten noen som helst deklarete egenskaper. Det hadde ellers vært umulig å vurdere byggevarens egnethet til bruk i byggverk. Der *Byggteknisk forskrift* fastsetter krav til byggevarens ytelser (eksempelvis krav til gjennomsnittlig U-verdier til vindu, dør, gulv, og yttervegg eller krav til partikkelutslipp for vedovner) må produsent oppgi byggevarens ytelser. Det samme gjelder for krav som uttrykkes i klasser (typisk brannklasser) eller som terskelnivå. Andre egenskaper kan oppgis som "no performance determined" (NPD) eller "ingen ytelse angitt" (IYA).

§10 Tredje ledd.

Vesentlige egenskaper skal dokumenteres i henhold til en tilfredsstillende teknisk spesifikasjon. Det skal benyttes relevante beregnings-, prøvings- eller klassifiseringsstandarder.

Veiledning til tredje ledd

Vesentlige egenskaper skal dokumenteres i henhold til en tilfredsstillende teknisk spesifikasjon. En teknisk spesifikasjon er et dokument som fastsetter tekniske krav som en byggevare skal oppfylle. De tekniske spesifikasjoner som det er tale om her er forskjellig fra de harmoniserte tekniske spesifikasjonene fra byggevareforordningen, som er grunnlag for CE-merking. En tilfredsstillende teknisk spesifikasjon for ikke CE-merkede byggevarer kan være en nasjonal standard (både norske standarder eller standarder fra andre EØS-land), en teknisk godkjenning fra et tredjepartsorgan, eller produsentens egne tekniske spesifikasjoner.

§ 11. Markedsdeltakernes plikter

Produsent, dennes representant, importør og distributør, skal sørge for at vesentlige egenskaper til byggevarer er dokumentert og at tilfredsstillende produktdokumentasjon er tilgjengelig før byggevaren omsettes, markedsføres, distribueres eller brukes i et byggverk.

Produsenter og importørene skal oppbevare dokumentasjonen til byggevaren 10 år etter at byggevaren er gjort tilgjengelig på markedet for første gang.

En importør eller distributør som bringer i omsetning en byggevare under sitt eget navn eller varemerke eller endrer en byggevare som allerede er brakt i omsetning, på en slik måte at det

kan påvirke byggevarens ytelser, skal anses som byggevareprodusenter, og ha de samme forpliktelsene som produsentene.

Utdrag av veiledning til bestemmelsen

Avsnitt 4

Distributørens forpliktelser

Distributører (forhandlere, byggevarehus) er fysiske eller juridiske person som omsetter byggevarer produserte i EØS-området. Distributørene skal sjekke at byggevarer har tilstrekkelig produktdokumentasjon, som beviser at kravene i DOK-forskriften kapittel III er oppfylt.

Avsnitt 5

Importører og distributører som omsetter byggevarer i eget navn/varemerke, eller som endrer byggevarens ytelser.

I likhet med byggevareforordningen blir importører og distributører av ikke CE-merkede byggevarer som omsetter byggevarer i sitt eget navn eller varemerke eller som endrer byggevarens egenskaper, betraktet som produsenter og dermed ha tilsvarende plikter som produsenten. Ved å markedsføre byggevarer under sitt eget navn eller varemerke, har importørene og distributørene et eget ansvar for å dokumentere byggevarers egenskaper i sitt eget navn eller varemerke.

Dette har konsekvenser både i forhold til produktdokumentasjon (den som følger med byggevaren) og sertifiseringen fra tredjepartsorganer:

Når det gjelder produktdokumentasjon må disse Importørene og distributørene utarbeide (og skrive under) produktdokumentasjon i sitt eget navn (dokumentasjon som følger byggevaren, merking, bruksanvisning og sikkerhetsinformasjon, og opplysninger om farlige stoffer).

Når det gjelder produktsertifisering (produkter kategoriserte i system 1 og 1+) skal importørene og distributørene ha produktsertifisering i sitt eget navn eller varemerke. Det betyr at de må ta kontakt med et tredjepartsorgan, helst tredjepartsorganet som har utstedt den opprinnelige produktsertifiseringen, og få utstedt et sertifikat under sitt eget navn/varemerke. Det samme gjelder sertifiseringen av produsentens produksjonskontroll (produkter kategoriserte i system 2+).

Når det gjelder produkter som er kategorisert i system 3 (bruk av testlaboratorium for å bekrefte byggevarens ytelser) kan importørene/distributørene bruke de opprinnelige testresultatene, så lenge produsenten samtykker i dette.

§ 12. Vurdering og verifikasjon av byggevarers ytelser

System for vurdering og verifikasjon av byggevarer står sentralt i dokumentasjonskravet for ikke CE-merkede byggevarer. § 12 første ledd fastsetter klart at systemene for vurdering og verifikasjon av byggevarers egenskaper, vedtatt av EU-kommisjonen for CE-merkede byggevarer, legges til grunn også for dokumentasjon av ikke CE-merkede byggevarer. Det er kun en tydeliggjøring av reglene i TEK10 kapittel 3, og den forrige versjonen av DOK-forskriften. Grunnen til at de samme systemene for vurdering og verifikasjon får anvendelse for både CE-merkede og ikke CE-merkede er enkel. Det hadde vært uheldig om to sammenlignbare byggevarer, den ene CE-merket og den andre ikke CE-merket, som har den samme tilsiktede bruken og dermed den samme betydningen i byggverk, skulle underlegges ulike krav til tredjepartsvurdering.

Systemer for vurdering og verifikasjon av byggevarer

Det finnes fem systemer for vurdering og verifikasjon av byggevarer, som kan deles i fire hovedgrupper:

- Produktsertifisering (system 1+ og 1)
- Sertifisering av produsentens produksjonskontroll (system 2+)
- Bekreftelse av byggevarers ytelser av et laboratorium (system 3)
- Ingen tredjepartskontroll, og produsenten angir ytelsene uten tredjepartsvurderinger (system 4)

Dersom EU-kommisjonen ikke har fastlagt hvilket system for vurdering og verifikasjon av byggevarers ytelser som gjelder for en byggevare, skal systemet som gjelder for tilsvarende og sammenlignbare CE-merkede byggevarer legges til grunn. Dette avgjøres på bakgrunn av momentene som EU-Kommisjonen legger til grunn:

- Betydningen byggevaren har for de grunnleggende kravene til byggverk
- Byggevarens art
- Virkningen av variasjoner i en byggevarens vesentlige egenskaper i løpet av dens forventede levetid, og
- Risikoen for at feil oppstår ved produksjon av byggevaren.

§ 13. Innhold i dokumentasjonen

Dokumentasjonen skal inneholde identifikasjon av produsent og importør, produsentens og importørens kontaktdetaljer, byggevarens egenskaper, hvilke tekniske spesifikasjoner som er lagt til grunn, og der det er relevant, navnet på tredjepartsorgan som har utført oppgavene beskrevet i § 12 første ledd, hvilke oppgaver som ble utført og når disse ble utført.

Veiledning til første ledd

Med dokumentasjon siktes det her til produktdokumentasjon, dvs. dokumentasjon som følger med byggevarerne. Denne dokumentasjon skal kunne gi brukere all nødvendig informasjon om produsenten, byggevaren, byggevarens egenskaper, hvilke tekniske spesifikasjoner som er lagt til grunn, og det der er relevant, hvilket tredjepartsorgan som har utført tredjepartsvurdering i henhold til § 12 første ledd, og hvilke oppgaver som ble gjennomført (bekreftelse av byggevarens egenskaper, sertifisering av produksjonskontroll eller produktsertifisering). Det er ikke gitt noe formkrav for framstilling av denne informasjonen, bare at den skal følge med byggevaren, skal være leselig og forståelig, og på et skandinavisk språk.

Viktige funn

- DOK er vår nasjonale forskrift som gjør Byggevareforordningen til del av Norges (EØS avtalepartens) interne rettsorden.
- DOK beskriver dokumentasjonskrav for CE-merkede produkter og for ikke CE-merkede produkter.
- DOK beskriver unntak fra dokumentasjonskrav.

1.1.1 Notater: Forskrifter og forordninger

I denne delen har vi sett nærmere på EU-interne innlegg og notater i forbindelse med møter og arbeider med Byggevareforordningen. Begge tar for seg problemstillinger i forhold til ombruk av byggevarer.

Reused construction products and the CPR (AG 008-06.1) (ref 1016)

Internt notat i AG 008-06.1, EU, 2017

Internt EU notat til Advisory Group meeting om ombruk av byggevarer i forhold til Byggevareforordningen

Scope

Bakgrunnsnotat til et «Advisory Group meeting» i 2017 om ombruk av byggevarer. Innlegg i forbindelse med arbeider knyttet til revisjon av Byggevareforordningen (engelsk forkortelse: CPR).

Utgangspunktet er at flere eksperter, nominert av medlemsstaters administrasjoner, har reist spørsmål om dette temaet.

Notatet tar kun for seg situasjonen hvor byggevarer blir ombrukt «som de er» og til samme bruk/ytelse («performance»), altså en dør blir ombrukt som en dør.

Notatet ser spesielt på problemstillingen knyttet til dokumentasjon ved ombruk av byggevarer.

Oppsummering

Konklusjon:

- Ombruk av byggevarer bør inkluderes i revisjonen av Byggevareforordningen (CPR), da dagens regelverk skaper store praktiske problemer for aktørene («selger» og «kjøper») involvert i ombruk av byggevarer.
- Hvis en tilbyder av ombruksvarer skulle innta rollen/ansvaret til en produsent iht. CPR, vil dette virke som en betydelig hemmende faktor i forhold til målsetningen knyttet til Sirkulærøkonomi.

Ombruk av en byggevare omfattes av definisjonen av en byggevare:

- Notatet mener at en byggevarer som skal ombrukes faller innunder definisjonen av en byggevare i Byggevareforordningen når den skal brukes i et bygg og vil påvirke byggets ytelse/kvalitet («performance»).
- *«The source or origin of these products is not relevant in this context; the same rules apply to reused products as to the other ones.»*

Produsent er ikke ansvarlig for dokumentasjon ved ombruk:

- Byggevareforordningen definerer også at kravene til dokumentasjon er knyttet til når et produkt blir gjort tilgjengelig på markedet («placing on the market»), dette kan kun bli gjort en (1) gang.
- *«After a product has been made available on the (European) market for the first time, this same product cannot by definition be subjected to another "placing on the market", when its performance has not changed in the meantime».*
- Produsent kan derfor kun stå ansvarlig for dokumentasjon av byggevaren (iht. CPR) første gang denne tilbyr produktet på markedet.
- En tilbyder av ombruksvarer bør bli vurdert som en «Distributør», som definert i CPR, og ikke som en «produsent» da det å tilby en ombruksvare ikke betyr å tilgjengeliggjøre et nytt produkt på markedet.
 - *“The present sales do not constitute a new placing on the market, but instead only making the products yet again available on the market.”*

- En Distributør har ihht. CPR ikke de samme kravene til å utføre testing/vurdering av en byggevares egenskaper, men er ansvarlig for at dokumentasjonen fra produsent er komplett når (den nye) byggevaren tilbys på markedet.
- Problem 1: Byggevaren som ønskes tilbudt på markedet kan være så gammel slik at det ikke finnes dokumentasjon, det var ikke de samme kravene til dokumentasjon og/eller at man ikke kan gå god for den dokumentasjonen som eventuelt finnes.
- Problem 2: Kjøper vil ha behov for dokumentasjon av byggevarens kvaliteter i forhold til vurdering av byggevaren som skal brukes.

Viktige funn

- Notatet mener at en tilbyder av ombruks byggevarer bør defineres som en Distributør og derfor ikke er omfattet av de samme kravene som en Produsent ihht. CPR, om utføring av analyse, testing og dokumentasjon av byggevarens kvaliteter/egenskaper.
- Problemet er at kjøper vil ha behov for dokumentasjon av byggevarens kvaliteter.
- En tilbyder av ombruks byggevarer kan innta rolle som produsent ihht. CPR, men må da etterleve kravene i CPR, noe som sees som en betydelig utfordring i forhold til målsetningene knyttet til sirkulærøkonomi.

Materialer og egnethet:

Stål

Rapporten beskriver at bærende stålkomponenter er egnet for ombruk

AdCo 25 12 01 Reuse of construction products (ref 1017)

Natasja Kamp/departementet for infrastruktur og miljø, Nederland, 2019

Scope

En presentasjon holdt om utfordringen med ombruk av byggevarer av Nederland på møtet i de europeiske tilsynsmyndighetene for byggevarer.

Oppsummering

- Tilbudet og ombruk av byggevarer øker i omfang i Nederland.
- Flere profesjonelle aktører.
- Kamp/departementet er bekymret for sikkerheten ved bruk av slike produkter, med tanke på at produktet potensielt har lavere kvalitet eller er blitt modifisert.
- Utover det nevner det noen av de samme punktene som i 1016.

1.2 *Generelle tekster om ombruk*

De fleste tekstene i litteraturstudien er generelle tekster, som de som følger under. Noen av disse går i dybden rundt problemstillinger for flere materialer, og vil kunne brukes i det videre arbeidet med disse

materialene. Andre er mer generelle og mindre relevante for oss, men kanskje mer inspirerende og interessante som allment lesestoff.

Lendager's Changemakers guide to the future (ref 1003)

Lendager Group, Danmark, 2018

Scope

Redegjøre for grunnleggende årsaker til hvorfor business må bli bærekraftig i det 21. århundre. Fokus på å ikke påtvinge produksjon og byggestopp, men øke materiallevetid, og bedre ressursforvaltningen av produserte materialer.

Oppsummering

Lendager arbeider målrettet med design basert på upcycling/gjenbruk/resirkulering av eksisterende materialer. Som oftest som innsatsfaktor i nye produkter, betong, også som komponenter i nye produkter, gjenbruk av glass i nye vindusrammer. De tester og dokumenterer nøyaktig komponentenes kvalitet, restlevetid, og tallfester nøyaktig dets klima og økonomieffekt. De omtaler i liten grad det europeiske byggevaredirektivet i sin bok, og CE-merking er ikke nevnt.

Lendager Group er delt i Lendager ARC, et arkitektkontor, Lendager UP, som jobber med 'upcycling', og Lendager TCW, som er et konsulentselskap for en sirkulær omstilling.

Viktige funn

Lendager 10 selling points proklamerer at den innovative prosessen ved produktutvikling basert på gjenbruksmaterialer har vist seg å tilfredsstille kvalitetskrav og holdbarhet for minst 10 års levetid.

Materialer og egnethet: Betong-Vinduer- Treverk- Mursteinsfasade i mursten i tegl

Betong

Bruker knust betong som tilslag i produksjon av ny betong.

Demontering

Tradisjonell demontering/knusing.

Glass/vinduer

Bruker i Upcycle Studios glass fra gamle vinduer som komponent i produksjon av nye vinduer.

Mursten i tegl

Skjærer ut, modifierer og ombruker felter av sementmurt mursteinsfasade fra gamle bygg.

Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg (ref 1004)

Anne Sigrid Nordby / Asplan Viak, Norge, 2018

Scope

Utredning av tekniske, juridiske, miljømessige og markedsmessige barrierer og muligheter for ombruk av byggevarer og tekniske installasjoner. Rapporten inkluderer forslag til tiltak for å øke ombruk, og en overordnet miljøvurdering mhp muligheter for reduksjoner av klimagassutslipp.

Oppsummering

Rapporten beskriver en rekke barrierer for ombruk, noen av dem i regelverket. De foreslås en tilsvarende mengde tiltak for å få i gang et fungerende marked. Rapporten avsluttes med forslag til tiltak:

- Avklare og justere regelverket knyttet til både bruk og til kjøp og salg av brukte byggevarer.
- en veiledning for generelle dokumentasjonskrav rettet mot brukte byggevarer, uavhengig om de skal omsettes eller ikke.
- det er nødvendig at tredjeparts-aktører trer inn på markedet og etablerer egne, organisatoriske enheter slik at ombruket kan løsrives fra eierskapet hos enkelte byggherrer og i enkeltprosjekter.
- Det generelle kravet til CE-merking av byggevarer hindrer ombruk ettersom CE-merking er komplisert, og vil være svært fordyrende å gjennomføre for alle brukte byggevarer som omsettes.
- En mulighet som bør undersøkes er innføring av virkemidler og regelverk som kommer i tillegg, eller som et alternativ til de eksisterende
- Det vil være nødvendig å etablere egne organisatoriske enheter for kontroll, dokumentasjon og ev. sertifisering av materialer.

Viktige funn

- Byggevarerforordningen, som gjelder i hele EØS, vanskeliggjør de overordnede målene om bedre ressursutnyttelse og ombruk i rammedirektivet for avfall. Norge bør delta mer aktivt i prosessen med revisjon av forordningen og sikre at forordningen ikke hindrer, men faktisk tilrettelegger for ombruk.
- Byggherreforskriften: Forskriftens formål er å verne arbeidstakerne mot farer ved at det tas hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser i forbindelse med planlegging, prosjektering og utførelse av bygge- eller anleggsarbeider. Ved rivearbeider der materialer skal ombrukes og håndverksmessig demontering tar over for maskinell riving, vil trolig Byggherreforskriften få økt betydning.

Materialer og egnethet: Alle byggevarer

Rapporten diskuterer ombrukbarhet opp mot barrierer og mulige løsninger. Et viktig felt er hvordan dagens regelverk virker opp imot ombruk.

Giftige stoffer

REACH

«Stoffer med svært uønskede egenskaper, såkalte SVHC-stoffer (Substances of Very High Concern), føres opp på kandidatlista under REACH, AnnexXVII. Når et stoff er ført opp på kandidatlista har virksomhetene informasjonsplikt til kunder, forbrukere og myndighetene.»
«Annex XVII regulerer en rekke stoffer og stoffblandinger som kan finnes i ombruksprodukter, og som dermed kan gjøre det ulovlig å omsette slike. Aktuelle stoffer er: PCT, asbest, PBB, kvikksølv, arsen, organiske tinnforbindelser, pentaklorfenol, kadmium, kreosot, kortkjedede klorparafiner, penta-BDE, okta-BDE, krom og deka-BDE. Det er ikke sikkert at alle disse bestemmelsene vil gjelde for ombruksprodukter, det krever en egen utredning.»

Forurensingsloven

«-Lov om vern mot forurensing og om avfall /Forurensingsloven diskuteres som en viktig rettleider når det gjelder problemer rundt gifter i mulige ombruksprodukter. I paragraf 2 (retningslinjer), punkt 4: Avfall skal tas hånd om slik at det blir minst mulig til skade og ulempe. Det skal gjenvinnes, fortrinnsvis ved at det forberedes til ombruk eller materialgjenvinnes, med mindre gjenvinning ikke er berettiget ut fra en avveining av miljøhensyn, ressurs hensyn og økonomiske forhold.»

Avfallsforskriften

Rapporten slår fast at PCB-holdige materialer er forbudt å omsette, ifølge (blant annet?) avfallsforskriften:

«-Kapittel 14 regulerer innsamling og destruksjon av PCB-holdige isolérglassvinduer. Kapittelet sier ingen ting om det er forbudt å ha eller ombruke slike vinduer, men dette er regulert i produktforskriftens kapittel 2-1, hvor det står at «Det er forbudt å omsette, ta i bruk og gjenbruke faste bearbejdede produkter med PCB.»»

Demontering

«Når noe definisjonsmessig er blitt avfall gir loven føringer for hvorledes det skal håndteres, f.eks. at deponering skal skje på godkjent deponi. (Forurensings) Lovens § 27 definerer avfall slik: Med avfall menes løstøregjenstander eller stoffer som noen har kassert, har til hensikt å kassere eller er forpliktet til å kassere. Som avfall regnes ikke avløpsvann og avgasser. »

Mellomlagring/omsetting

«I 2016 ble formuleringene i § 27 endret slik at man også forklarer hvordan avfall kan opphøre å være avfall: Løstøregjenstander og stoffer som har blitt avfall, kan først opphøre å være avfall når de som minimum

1. har gjennomgått gjenvinning,
2. er alminnelig brukt til bestemte formål,
3. kan omsettes i et marked eller er gjenstand for etterspørsel,
4. innfrir de tekniske kravene som følger av de aktuelle bruksområdene og eventuelle produktkrav og -standarder, og
5. ikke medfører nevneverdig høyere risiko for helseskade eller miljøforstyrrelse enn tilsvarende gjenstander og stoffer som ellers kunne blitt brukt. Med gjenvinning menes her «ethvert tiltak der hovedresultatet er at avfall kommer til nytte ved å erstatte materialer som ellers ville blitt brukt, eller at avfall har blitt forberedt til dette.»

Dokumentasjon av egenskaper

«-Det må alltid vurderes om en byggevare vil medvirke til at Byggteknisk forskrift (TEK) er oppfylt i det aktuelle bygget der den er tenkt brukt. Ansvaret for dette ligger hos prosjekterende arkitekt/ rådgiver eller utførende entreprenør. Det stilles også krav til at byggproduktenes egenskaper er dokumentert før produktet brukes i et byggverk.» s.4

«-Produkter med innhold av helse- og miljøfarlige stoffer over en viss grenseverdi skal ut av kretsløpet og ikke ombrukes, jmf Produktforskriften.» s.4

CE-merking

«-Brukte byggevarer som skal omsettes i et marked må, på samme måte som nye byggevarer, forholde seg til Byggevare-forordningen, og produktegenskaper skal dokumenteres iht. kravene i DOK. I praksis blir disse kravene i liten grad fulgt opp for brukte byggevarer.» s.4

Gjenbruk av bygningskomponenter og -materialer (ref 1005)

Masteroppgave Nimbu, Modekleiv & Mynors, Norge, 2017

Scope

Masteroppgaven tar utgangspunkt i de fundamentale indikatorene, klimaendringer, økende befolkning, menneskers krav til økt levekvalitet, og overforbruk av jordens naturressurser. Den underbygger med dette behovet for drastiske tiltak, og hvorfor bedre ressursutnyttelse av byggematerialer er et viktig tiltak som har betydelig og umiddelbar effekt.

I lys av dette er det fokusert på ombruk, gjenbruk(?), og design for fremtidig ombruk.

Ombruk: her er det fokusert på materialer som mursten i mursten i tegl, glass og betong hulldekker, som alle har lang levetid, og krever betydelig energiforbruk ved tilvirkning.

Oppgaven beskriver spesifikke prosjekter, og ser på de grunnleggende driverne og målsetningene, for prosjektenes gjennomføring.

Oppgaven analyserer, og beskriver miljøpåvirkning, utfordringer og muligheter knyttet til ombruk av flere relevante materialer.

Oppsummering

“Forandringene i klimaet, som observeres i dag, er sannsynligvis en konsekvens av menneskers overforbruk av jordens naturressurser og påfølgende økt konsentrasjon av klimagasser/CO₂ ekvivalenter. Klimaendringene vises ved forhøyet temperatur, og samtidig skjer en betydelig uttømming av naturens lagerressurser. Med stadig økende befolkning og vedvarende økning i krav til komfort, ser det ut til at denne situasjonen bare vil eskalere dersom det ikke iverksettes drastiske tiltak.

Byggenæringen utgjør hele ¼ del av råvareuttaket i verden og er en av årsakene til store irreversible endringer i naturen. Det er dermed naturlig at byggenæringen tar ansvar for sitt eget miljøfotavtrykk. I denne masteroppgaven er det blitt benyttet litteraturstudie, intervjuer og mulighetsstudie som forskningsmetode for å belyse utfordringene og mulighetene ved gjenbruk av bygningsmaterialer som et mulig tiltak for å minske dette fotavtrykket.

Resultatene viser at det er store muligheter for gjenbruk i byggebransjen, men det vil kreve en omstilling. Gjenbruk av bygningsmaterialer krever endringer i alle ledd av et byggeprosjekt, fra uttak av

råvarer til siste malingsstrøk. Dette vil åpne opp for nye industrivirksomheter, og på den måten skape flere arbeidsplasser.

Gjenbruk i byggebransjen har flere miljømessige fordeler. Det vil føre til mindre CO₂-utslipp og redusert energiforbruk i forbindelse med produksjonen av nye varer. I tillegg vil gjenbruk av bygningskomponenter og materialer føre til redusert behov for jomfruelige materialer, noe som vil minke råvareuttaket. Byggebransjen er også en stor bidragsyter til genererte avfallsmengder. Ved innføring av krav om gjenbruk vil disse avfallsmengdene minke.

Per i dag er det svært vanskelig å omsette, markedsføre og distribuere gjenbruksprodukter da lovverket og myndighetene ikke tilrettelegger for dette. Det bør derfor tilrettelegges for gjenbruk gjennom endring av krav til blant annet CE-merking, annen produktdokumentasjon og tekniske krav til de enkelte gjenbruksprodukter. Det bør i tillegg settes strengere krav for design for gjenbruk, og i tillegg suppleres med krav om å prosjektere med gjenbruk. Utvikling av nyttige standarder og datablader vil kunne øke sjansen for at gjenbruk blir med utbredt.

Hele byggebransjen står til ansvar for å gjøre gjenbruk allment utbredt. Dette vil kreve tverrfaglig kompetanse og dyktige fagfolk, som er løsningsorienterte og innovative. Gjenbruk vil kreve at alle ledd i prosessen tenker nytt, og utvikler nye arbeidsmetoder innen sitt felt.”

Viktige funn

“Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK): I 2014 bestemte Byggevareforordningen at de fleste kommersielle byggevarer for salg i EØS-området skal ha dokumenterte egenskaper, enten gjennom CE-merking eller ytelseserklæring (Sørnes et al. 2014). Egenskaper for byggevarer kan eksempelvis være brannmotstandsevne, fasthet, styrke, luftmotstandsevne, lyd- og varmeisoleringssevne, luft-, regn- og dampetthet, osv. Alle produkter med dokumentasjon av de aktuelle egenskapene blir CE-merket som et synlig bevis på at produktet oppfyller minimumskravene og at de ikke er skadelig for menneskers og miljøets sikkerhet og helse. CE-merket fungerer også som en garanti på at produsenten av produktet tar ansvar for at alle krav til produktet er oppfylt på det tidspunkt det selges.”

“Produkter produsert før 2014 krever ikke CE-merking eller ytelseserklæring (Sørnes et al. 2014). Materialer som ombrukes på stedet ved rehabiliteringsprosjekter rammes heller ikke av disse dokumentasjonsbestemmelsene, men dette er fordi produktene i praksis aldri når det kommersielle markedet, men ombrukes lokalt i et nytt prosjekt.”

“I DOK (2010), «Forskrift om dokumentasjon av byggevarer», omhandler §10 dokumentasjon av byggevarer uten CE-merking: «Byggevarer som ikke er CE-merket skal ha slike egenskaper som, når byggevaren er forsvarlig benyttet, medvirker til at byggverk tilfredsstillende grunnleggende krav til:

- a) Mekanisk motstandsevne og stabilitet
- b) Brannsikkerhet
- c) Hygiene, helse og miljø
- d) Sikkerhet og tilgjengelighet ved bruk
- e) Vern mot støy
- f) Energiøkonomisering og varmeisolering
- g) Bærekraftig bruk av naturressurser»

Dette betyr at dersom et produkt ikke har CE-merking, men ønskes å omsettes, distribueres eller markedsføres skal «vesentlige egenskaper (...) dokumenteres i den grad de er nødvendige for vurdering av byggevarens egnethet til bruk i byggverk» ifølge veiledningen til andre ledd. I tillegg skal «vesentlige

egenskaper (...) dokumenteres i henhold til en tilfredsstillende teknisk spesifikasjon.» For å dokumentere disse egenskapene, skal det, ifølge veiledningen til §10, tredje ledd «benyttes relevante beregnings-, prøvings- eller klassifiseringsstandarder».”

Oppsummering lovverk

“Det er kun én forskrift i TEK10 som omhandler ombruk og materialgjenvinning direkte, men denne handler kun om design for gjenbruk. Det ser heller ikke ut til at ombruk er noe som vil dekkes av TEK17, som i disse dager ligger ute for høring, i større grad.

Helse- og miljøfarlige stoffer, som utgjør en fare ved produksjon, montering, bruk eller avhending, er ønskelig å unngå eller begrense bruken av. Dette er også noe som er lovpålagt gjennom §9-2 i TEK10. Når det gjelder sanering av helse- og miljøfarlige stoffer er det, gjennom §9-7 i TEK10, krav om å utarbeide en miljøsaneringsrapport for prosjekter der eksisterende byggverk skal endres eller rives. De fleste kommersielle byggevarer for salg i EØS-området skal ha dokumenterte produktegenskaper. Dette være seg enten gjennom CE-merking eller ytelseserklæring. Dersom et produkt som ikke er CE-merket ønskes å omsettes, distribueres eller markedsføres, skal vesentlige egenskaper dokumenteres i henhold til gjeldende krav.”

Produktdokumentasjon, kvalitetssikring og garantier

Det er viktig å ha god kvalitetssikring i alle ledd av materialleveransene i et gjenbruksprosjekt (Leland & Svendsen 2006). Før gjenbruksmaterialer og -komponenter tas i bruk, er det viktig å kontrollere at disse er av god nok kvalitet til å kunne benyttes i et nytt bygg. Komponentene og materialene må undersøkes for eventuelle feil og mangler. Skader på komponentene vil være av betydning i varierende grad, avhengig av hva materialene skal brukes til i et nytt prosjekt.

I boken «Boligdesign – omforming og gjenbruk» påpeker Leland og Svendsen (2006) at det må etableres standardiserte prosedyrer for kvalitetskontroll og ansvarsforhold for at gjenbruk skal kunne bli mer vanlig enn det er i dag.

Mulige tiltak for økt gjenbruk: En av SINTEFs rapporter, «Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer», har undersøkt hvordan det er mulig å oppnå en høyere andel ombruk (Sørnes et al. 2014). Det nevnes i denne rapporten at logistikk er en grunnleggende forutsetning som må utarbeides for at ombruk skal kunne fungere optimalt i en byggsammenheng. Det foreslås at nettbaserte databaser kan brukes som en ombrukssentral hvor bygg som skal rives kan legge inn bilder og informasjon om aktuelle gjenbrukskomponenter til salg. I dag finnes det allerede slike aktører i markedet som finn.no, byggigen.se, genbyg.dk og salvo.co.uk, men disse kunne blitt brukt enda mer aktivt for å øke graden av gjenbruk (Sørnes et al. 2014).

Videre peker SINTEFs rapport på myndighetens ansvar når det gjelder selve rammebetingelsene for ombruk (Sørnes et al. 2014). Det menes i rapporten at ombruk vil bli mer utbredt dersom det kommer nye krav i byggeveireforordningen om at deler av byggverk skal kunne benyttes på ny eller gjenvinnes. Rapporten peker på en rekke tiltak og insentivordninger som også kan være med på å hjelpe ombruk på vei:

- FDV- dokumentasjon som inneholder informasjon om konstruksjon, bæreevne og demonteringsveiledning
- Veiledere for ombruk bør utarbeides
- panteordning på byggevarer vil kunne bidra til å finansiere tiltak med det formål å gjøre ombruk og gjenvinning lettere
- økonomiske tiltak som støtter ombrukstiltak
- økonomiske insentiver gjennom støtteprogrammer
- markedsdrivere som BREEAM- NOR bør utvikles mer

Transport

“Ved gjenbruk av materialer annetsteds kreves det transport fra rivningstomt til byggetomt. Ved transport av materialer og komponenter er det viktig å være varsom slik at materialene og komponentene ikke blir skadet.

Flere materialer og komponenter vil være i en slik stand at de krever en viss bearbeidelse før de kan settes inn i et nytt bygg. Noen materialer og komponenter vil også kreve nødvendige tester for å verifisere nødvendige egenskaper. Dette vil variere med tanke på komponentens og materialets funksjon i det nye bygget. Et eksempel på nødvendig bearbeidelse er senkning av U-verdien til vinduer, mens trykkfasthet til mursten i tegl er et eksempel på nødvendig test for å verifisere bæreevnen til mursteinen. Bearbeidelser/tester tilfører en ytterligere transportlinje fra rivningstomt til bearbeidelseslokalisasjon.

Rivningsprosjektene som benyttes i dette mulighetsstudiet skal rives på ulike tidspunkt. For at alle materialene skal være tilgjengelige når de skal benyttes i nybygget, må noen av materialene mellomlagres. Dersom lager og bearbeidelsessted er på to ulike lokalisasjoner, tilfører mellomlagring enda en transportlinje. Pilene under angir mulige transportlinjer ved gjenbruk. Rivningssted > Bearbeidelses/testlokalisasjon > Mellomlager > Byggetomt”

“Veien til godkjent materiale: Grunnet begrenset tid og midler har det, i mulighetsstudiet, ikke vært mulig å undersøke om de enkelte materialene og komponentene det prosjekteres med, har nødvendige dokumentasjonskrav for videre bruk. Det har med andre ord ikke blitt sett på spesifikke løsninger eller blitt utført grundige analyser av materialeegenskapene til gjenbruksmaterialene.

I denne oppgaven forutsettes det at det er mulig å bearbeide materialene slik at de tilfredsstillende gjeldende kravene. Mulighetsstudiet er utført på skisse- og idénivå, og de foreslåtte løsningene er diskutert med konstruktører og entreprenører. Skisseprosjektets detaljnivå er ikke tilstrekkelig for gjennomføring, og mangler nødvendige beregninger for å verifiseres som en reell mulig gjennomføring. Hensikten med mulighetsstudiet er å peke på muligheter og utfordringer knyttet til gjenbruksprosjekter.”

Materialer som er beskrevet:

- Stålstendere
- Betong
- Søyler
- Dragere
- Hulldekker
- Mursten i mursten i tegl
- Mineralull
- Vinduer
- Takstein og Skifer
- Plast
- Dører
- Andre aktuelle.

Stål (Eksempel stålstendere)

“Metaller er godt egnet for ombruk da de er bestandige og har lang levetid (Sørnes et al. 2014). Stål og aluminium er eksempler på metaller som er svært energikrevende å produsere, og det er derfor ønskelig å gjenbruke disse metallene (Sørnes et al. 2014).

Både ombruk og gjenvinning av konstruksjonsstål har klare miljømessige fordeler. Ombruk av konstruksjonsstål fører til 96 % reduksjon av miljøbelastningen ved nyproduksjon. Gjennom materialgjenvinning ved omsmelting reduseres miljøbelastningen med 50 % sammenlignet med miljøbelastningen til nyprodusert stål (Sørnes et al. 2014). Bramslev et al. (2016) påpeker i «Grønn materialguide» at det er mulig å kreve varierende innhold av resirkulert stål i konstruksjonsstål, og at armeringsjern kan leveres med et innhold av 100 % resirkulert stål. Dersom det ikke er mulig å ombruke metallet fra bygget direkte, kan det sendes til omsmelting (Leland & Svendsen 2006). Dersom komponenten har blitt malt eller har en form for overflatebehandling er det viktig å kontrollere at denne overflatebehandlingen ikke inneholder miljøfarlige stoffer.

Undersøk hva slags dokumentasjon som finnes: I byggebeskrivelsen fra Sinselveien fremkommer det at veggens oppbygning består av blant annet stålstendere. Dette er det eneste stedet det finnes informasjon om disse stålstenderne i det dokumentasjonsgrunnlaget det har vært mulig å oppdrive for denne oppgaven. Grunnet begrenset tilgang ved befaring ble stålstenderne ikke undersøkt. Veggene må åpnes opp, slik at veggoppbygningen fremkommer klart, ved en mer omstendelig befaring.

Miljøskadelige stoffer: Stålstenderne er blitt brukt i innvendig del av yttervegg, og ettersom det ikke finnes noe informasjon om stenderverket i miljøsaneringsrapporten for bygget anses stålstenderne, med stor sannsynlighet, å ikke inneholde helse- og miljøskadelige stoffer. Stenderverket kan dermed trygt ombrukes med hensyn til helse- og miljøaspektet.

Dimensjoner: Fra byggebeskrivelsen fremkommer stålstendernes dimensjon å være 145 mm. Profil-type, oppbygningen, stenderavstand og mengden til stenderne vil lett kunne avsløres ved en prøverivning av en del av veggen, for å få innsikt i bygningens virkelige oppbygning.

Mengder: En stendervegg vil bestå av toppskinne, bunnskinne, losholt og stender. I mengdebergingen er det tatt utgangspunkt i at disse komponentene har samme type profil og at stenderne står med c/c 600 mm mellom hver av de bærende betongsøylene. Det ble dermed gjort et grovt overslag med anslagsvis 13650 lengdemeter med stenderverk.”

Demontering

“Ved rivning er det viktig at stålet blir demontert med forsiktighet, slik at stålet ikke bøyes eller får andre skader som gjør det vanskelige å ombruk”

Betong

“Betong er et byggemateriale som er mye brukt i bygg i dag (Nielsen et al. 2014; Sørnes et al. 2014). Det er et materiale med lang levetid og trenger svært lite vedlikehold (Bramslev et al. 2016). Betong er, i likhet med mursten, energikrevende å produsere grunnet forbrenningsprosessen i forbindelse med produksjonen av sementen (Nielsen et al. 2014, s. 19). Denne forbrenningsprosessen fører til store klimagassutslipp (Bramslev et al. 2016).

Betong kan gjenbrukes ved at det knuses og brukes som fyllmasse eller som tilslag i nyprodusert betong (Bramslev et al. 2016; Kunstakademiets Arkitektskole Institutt for Bygningskunst og Teknologi 2015).”

Demontering

“En felles utfordring for alle deler av bæresystemet, vil være demontering og frakt til ny lokalisasjon. Dette vil være en kritisk del av ombruksprosessen, da det er stor risiko for at elementene kan skades når de løftes ut av bygget og fraktes videre. En mulig måte å hindre skader ved demontering er å studere hvordan elementer monteres i dag, og deretter reversere denne prosessen etter beste evne.”

Dokumentasjon av egenskaper

Oppgaven beskriver følgende.

“Det kan også benyttes som hele betongelementer ombrukt direkte. Dersom det er ønskelig å ombruke betongelementer, vil det være en fordel om det foreligger tegninger som viser innfestingsmetode for elementene (Leland & Svendsen 2006).”

Dragere

“Det er ikke spesifisert dragerdimensjoner i tegningene, byggebeskrivelsen eller de håndskrevete lappene som ligger tilgjengelig på Plan- og bygningsetatens hjemmesider (Plan- og bygningsetaten: Saksinnsyn - plan- og byggesaker i Oslo). Det ble forsøkt å kontakte firmaet som var ansvarlige for dimensjoneringen av dragerne i bygget, men det viste seg å være vanskelig. Det er dermed verken kunnskap om dragernes dimensjoner eller dragernes kapasitet. Dimensjonene kan likevel anslås ved å måle på befaring i bygget og ut ifra snitt-tegninger tilgjengelig på nett. Ut ifra disse dimensjonene er det mulig å gjøre noen antagelser om dragernes dimensjonerende kapasitet.”

Hulldekker

“Det anbefales likevel å unngå å sage eller skjære i hulldekkene og armeringen, så langt det lar seg gjøre (Gunnarsson, 2017).

Opplagring av dekkeelementene vil ha mye å si for demonteringsprosessen og ombrukbarheten til elementene. Opplagringsmetode av dekkeelementer vil variere fra prosjekt til prosjekt. I alle tilfeller bør det unngås, så langt det er mulig, å skjære eller bore i elementene og armeringsjernene da dette kan ødelegge elementene og gjøre at kapasiteten forringes

Når elementene er frie fra dragerne må elementene løftes forsiktig ut fra bygget. Dette er en kritisk del av prosessen, da det er stor risiko for at elementene kan bli skadet. For at elementene skal kunne løftes ut av bygget må taket først demonteres, slik at det er mulig å komme til med kran ovenfra. En vanlig praksis for å løfte ut betongelementer i dag, er å bore hull igjennom på oversiden i hver ende av elementet. En bolt tres deretter igjennom hullet og sikres på undersiden. Slik lages et løftepunkt på oversiden av elementet og løftes ut ved hjelp av disse løftepunktene. Dette er en risikabel metode med tanke på ombruk av elementene, fordi det kan resultere i oppsprekking og knekking av elementene. For å finne en mer skånsom måte å demontere elementene, er det sett på løftemetoden som benyttes ved montering av hulldekkeelementer. Ved montering av hulldekker løftes elementene ved hjelp av løftekliper festet til en bom. Klipene festes maksimum 1 m fra enden av elementet. Det er viktig å benytte lange nok kliper for å unngå skader i elementet (Betongelementforeningen 2010).

Neste kritiske del av prosessen er transporten og eventuell lagring av elementene. Det er viktig at elementene transporteres varsomt for å unngå skade.”

CE-merking

Rapporten tar utgangspunkt i at produkter produsert før 29014 ikke har krav til CE-merking og henviser til DOK krav til varer uten CE-merking.

Vinduer

“For hele vinduer, ruter og glassfasader vil ombrukspotensialet avhenge av hvor enkle disse er å demontere, U-verdien til komponentene og om de inneholder miljøfarlige stoffer (Sørnes et al. 2014). Ifølge «Grønn materialguide» av Bramslev et al. (2016) har «glass relativt høye utslipp pr m² sammenlignet med andre fasadematerialer», noe som gjør at gjenbruk av dette materialet vil være ønskelig fra et miljøperspektiv.

Vinduer som skal være i fasader nær trafikkerte veier og gater må også tilfredsstille dagens lydkrav (Leland & Svendsen 2006). Dersom U-verdien eller lydkravet for vinduene ikke er tilstrekkelig for direkte ombruk, kan de benyttes til eksempelvis å lage innvendige glassvegger som bildet nedenfor viser (Nielsen et al. 2014).

Miljøfarlige stoffer er et viktig tema når det kommer til vinduer, da de aller fleste vinduer inneholder en form for miljøfarlige stoffer. Vinduer som inneholder miljøfarlige stoffer må håndteres på forsvarlig måte, og er i mange tilfeller klassifisert som farlig avfall (Sørnes et al. 2014).”

Mursten i tegl

“Mursten i teglsteinens lange levetid, og energikrevende produksjonsprosess gjør at direkte ombruk gir et stort besparingspotensial både økonomisk og miljømessig (Sørnes et al. 2014). Mursten i mursten i tegl utgjør en stor del av riveavfallet og er tilnærmet vedlikeholdsritt (Bramslev et al. 2016; Leland & Svendsen 2006). Dette øker interessen for gjenbruk av mursten i mursten i tegl. Gjenbruk av mursten i teglstein skjer i dag, først og fremst, ved knusing og bruk i fyllinger eller som tennissand. Ombrukspotensialet til mursten i tegl er avhengig av det nye bruksområdet for mursten i teglsteinen med tanke på hva som kreves av frostsikring og trykfasthet (Sørnes et al. 2014).”

Demontering

Foreslås sortert enkeltvis ved kalkmørtelbestandig mørtel, eller som felter der det er bygget med sementbasert mørtel.

“OMMAT-prosjektet er et eksempel der større felter av mursten i teglstein sages ned med diamantverktøy. Dette må utføres med forsiktighet, slik at disse feltene kan ombrukes i nye prosjekter som fasadelementer (Gether & Gether 2000).”

Treverk

“Når det gjelder treverk er det ifølge rapporten fra SINTEF nærmest alltid mer kostnadseffektivt å kjøpe nytt treverk fremfor å ombruke fra rivningsobjekter. Trevirke blir derfor i liten grad ombrukt i Norge i dag (Sørnes et al. 2014).

Likevel lister Sørnes et al. (2014, s. 33) opp følgende treprodukter med stort potensiale for direkte ombruk: - Hele og stemplede lengder av konstruksjonsvirke - Søyler, bjelker og dragere av limtre - Splittede limtrentyper som I-profiler, trefiberlameller, parallellfiner med dokumentert fasthet på bygningsdelene - Trefiberplater med intakt egenskap og form - Bygningens utvendige og innvendige kledning - Hele rommoduler”

Takstein og skifer

Ombruk av takstein og -skifer er fullt mulig. Det er også stor etterspørsel etter gammel takstein til bruk ved rehabilitering av fredede bygninger og antikvariske kulturminner. (Leland & Svendsen 2006)

Dører

De fleste dører er gjenstand for gjenbruk, såfremt karm medfølger ved demontering. Ved gjenbruk av dører er det viktig å påse at eventuelle krav tilfredsstilles som for eksempel brann- og lydkrav. Det har ikke vært mulig å innhente informasjon om dørenes egenskaper i dokumentasjonen for rivningsobjektene. I Universitetsgata finnes det imidlertid inngangsdører med store glassfelt som, i likhet med glassfeltene i vinduene, kan ombrukes i et nytt produkt. Universitetsgatas hovedinngangsdører har følgende dimensjoner på glassfeltene: 1100x2100

Circular economy in the Nordic construction sector (ref 1006)

Linda Høiby, Henrik Sand (Cowi), Norge, 2018

Scope

Identifisere og diskutere mulige politiske virkemidler som kan akselerere eller tilrettelegge overgang til sirkulær økonomi i den nordiske byggebransjen.

Abstract

Cowi har utarbeidet denne rapporten og konkluderer med at det er 3 hovedføringer for bedre å tilrettelegge for sirkulær økonomi i byggebransjen:

1. Supplerende krav til dokumentasjon av innhold og kvalitet på byggematerialer.
2. Nye krav til dokumentasjon ved bruk av gjenbrukte byggematerialer og byggematerialer som inneholder resirkulerte elementer i byggebransjen
3. Nye krav til avfall og rivningsplaner

Viktige Funn

Disse retningslinjene vil kreve bedre dokumentasjon av den tekniske ytelsen (kvalitet, holdbarhet, styrke, innhold av farlige stoffer etc.) av byggematerialer, forbedret sporbarhet av byggematerialene, samt minimumsstandarder for resirkulerbarhet og gjenbruk av byggematerialer. Intervjuerne forventer at de politiske virkemidlene vil få mest mulig innvirkning for byggematerialeprodusentene og spesielt bygningseierne som må reflektere slike krav i innkjøp av bygningsmaterialer og i design, oppussing og riving av bygninger.

Ifølge COWI er de viktigste barrierene for å øke gjenbruk og ombruk i dag:

- Mangel på (tidlig stadium) samarbeide verdikjeden og partnerskap i byggesektoren
- Mangel på stordriftsfordeler.
- Manglende kvalitetssikrings markeringsordninger for gjenbrukte byggematerialer
- Innhold av farlige stoffer i eksisterende byggeprodukter som for tiden er benyttet i bygninger.

COWI forventer at nye regler og forskrifter fra policy beslutningstakere ikke kan fungere alene - hverken for å overvinne ovennevnte barrierer, eller som de eneste policyinstrumenter, for å akselerere en overgang til en sirkulær økonomi i Nordisk byggesektor.

-COWI forventer at selskapene kan trenge sterkere økonomiske incitamenter til å endre sin eksisterende og ofte lineære forretningsmessige tilnærming. Nye skattestrukturer, avgifter og økonomisk støtte gjennom offentlige programmer som innovasjons- og demonstrasjonsordninger kan skape slike incitamenter.

-Nye skattestrukturer og avgifter vil senke prisen på resirkulert og gjenbrukt byggemateriale og øke markedets etterspørsel (et markedstrykk for resirkulert materiale). En annen skattestruktur og avgifter på spesifikke bygningsmaterialer kan imidlertid være komplisert og kostbart å utvikle og håndheve.

-Videre vil en lavere skatt på resirkulert og gjenbrukt byggemateriale føre til lavere skatteinntekter som forventes å vokse ettersom etterspørselen etter resirkulert og gjenbrukt materiale øker. Kostnadene for nye skattestrukturer og gebyrer må derfor være tidsbegrenset og avvirket ettersom markedet for resirkulert og gjenbrukt byggemateriale vokser og blir effektivt og konkurransedyktig sammenlignet med ikke-gjenvinnbare og ikke-gjenvunnet byggematerialer.

-I så fall kan en kombinasjon av nye regler, regulering og sterkere økonomiske insentiver gi offentlige myndigheter en nøkkelrolle i å akselerere en overgang til en sirkulær økonomi i byggesektoren. Videre kan handlingene skape en stor etterspørsel etter byggerier basert på sirkulære forretningsmetoder og lette de nødvendige dialoger, partnerskap og prosesser.

Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer (ref 1008)

Kari Sørnes, Anne Sigrid Nordby, Henning Fjeldheim, Said Moqim Bani Hashem, Mads Mysen og Reidun Dahl Schlanbusch, Norge2014

Scope

Rapporten beskriver:

- Overordnet om miljøgevinst ved ombruk
- utfordringer knyttet til dokumentasjonskrav ved ombruk
- Markedsmessige barrierer for ombruk
- Overordnet vurdering av ombrukspotensialet for noen materialgrupper

Oppsummering

Avfallshierarkiet prioriterer ombruk fremfor konvensjonelle løsninger slik som materialgjenvinning og eksempler viser at miljøbelastning fra stål kan reduseres med opptil 96% ved ombruk sammenlignet med 50% for materialgjenvinning. Lovverket beskriver TEK og forurensningsloven oppfordrer og legger i stor grad til rette for ombruk. Det er i praksis knyttet utfordringer til ombruk som følge av håndtering av usikkerhet knyttet til kvalitetskontroll og juridisk ansvar for komponentene. For å tilfredsstillе kravene i DOK må de relevante produktegenskapene dokumenteres gjennom eksisterende dokumentasjon eller verifisering gjennom testing. Dokumentasjon av de relevante egenskapene for et produkt er nødvendig i alle tilfeller. CE-merking er nødvendig når et ombruksprodukt skifter juridisk eier, det vil si at ombruk på stedet ikke medfører krav om CE-merking.

Viktige funn

- Initiativ for ombruk av byggevarer strander ofte fordi det kan kreve ekstra tid i en hektisk rive- og byggeprosess
- 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.
- Byggevareforordningen innebærer at CE-merking og ytelseserklæring nå er obligatorisk for de fleste kommersielle byggevarer.
- *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.
- 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.
- Ved ombruk på stedet i et rehabiliteringsprosjekt vil de brukte produktene ikke være omfattet av byggevaredirektivet og krav til CE-merking, ettersom komponentene aldri når markedet fordi det er samme ansvarshavende for rivning og nybygg.
- Dokumentasjon av de relevante egenskapene vil allikevel være nødvendig slik at ansvarlig utførende kan verifisere at produktene som brukes i bygget har egenskaper som tilfredsstillende spesifikasjonene til ansvarlig prosjekterende slik at byggverket, hvis produktet brukes, oppfyller de tekniske kravene i TEK.
- Logistikk er en sentral utfordring og det er kritisk å sikre kobling mellom tilbyder og leverandør av ombruksvarer for å minske behov for lagring og forsinkelse i byggeprosess.
- Forslag for å øke insentivet for ombruk
 - Tydeliggjøring av kravet om design for ombruk og gjenvinning i byggevaredirektivet og i TEK og følge opp krav i større grad.
 - Det er viktig med større fokus på å legge til rette for fremtidig ombruk
 - Ha med mer informasjon (demonteringsveiledning) i FDV-dokumentasjon som vil gjøre ombruk lettere
 - I forbindelse med endring av forskriftskrav bør Direktoratet for Byggkvalitet sørge for at det utarbeides veiledere for ombruk der alle rammebetingelser er klarlagt
 - Panteordning etter mal fra Glitne
- Designprinsipper for ombrukbarhet
 - begrenset variasjon i materialbruk
 - enkle komponenter med tydlige grenser
 - unngå bruk av helse og miljøfarlige materialer
 - benytt komponenter med lang levetid
 - legg til rette for gjentatt demontering og remontering
 - benytt standard dimensjoner og moduldesign
 - benytt komponenter med moderat størrelse og vekt
 - unngå kompositt materialer og løsninger
 - merk materialer og komponenter og koordiner med FDV-dokumentasjon

Materialer og egnethet

Mursten i mursten i tegl

Mursten i mursten i tegl 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. Mursten i tegl som skal benyttes i en pusset fasade, trenger ikke å være

frostsikker. Mursten som skal benyttes som kledning i fasader, må være frostsikker. Skal den benyttes i mursten i tegl fasade som går over flere etasjer, må den ha tilstrekkelig trykkfasthet. Ombruksmursten i tegl kan også benyttes i innvendige vegger som ikke er bærende, som et viktig tiltak for å øke den termiske massen. Frostsikker mursten i tegl kan også ha et stort potensial som markmursten i tegl. PCB ble tilsatt i elastiske fuger i perioden fra ca. 1940 til 1980 (Miljøstatus 2014) for at elastisiteten skulle beholdes. Mursten i 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 mursten i tegl som har vært i kontakt med elastiske fuger er utsatt. Konsentrasjonen av PCB må avgjøres ved prøvetaking.

Demontering

I praksis er det vanskelig å sikre at alle steinene i et parti eldre ombruksmursten i tegl er frostsikre, og man må påregne noe utskifting av ødelagt mursten i tegl ved utendørsbruk de første årene. Generelt sett kan man likevel si at om mursten kommer fra en fasade, er den sannsynligvis naturlig testet gjennom frostprøving i løpet av bruksfasen.

Mursten i tegl må sorteres allerede ved riving, ettersom det kan være forskjell på frostsikkerheten til mursten i tegl i inner- og yttervange. Den største utfordringen ved å ombruke mursten i tegl er å rense enkeltsteiner for mørtel etter riving. Gjenvinningsgraden varierer mellom 50 % og 5 %, avhengig av rivemetode og mørtelkvalitet, samt krav til begrensning av kant- og avskallingskader på steinene. Det er mulig å sage ned hele felter av mursten i tegl med diamantsag. Dette er aktuelt for bygninger hvor mursten i 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. 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.

Bearbeiding

Mursten i teglkonstruksjoner oppført før ca. 1920 er murt nærmest utelukkende med svak kalkmørtel. Disse mursten i 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.

Dokumentasjon av egenskaper

Byggevereforordningen krever at alle vesentlige byggematerialer har enten SINTEF teknisk godkjenning, produktsertifikat eller liknende. Mursten i tegl som konstruktivt element er å betrakte som vesentlig. Tekniske egenskaper ved mursten i tegl skal i utgangspunktet tilfredsstillende NS-EN 771. Det innebærer blant annet dokumentasjon av motstandsevne mot frost, densitet og dimensjoner. Frostmotstandsevnen kan testes ved fryse/tine-sykluser i henhold til prøvestandarden NS-EN 772-22.

Ombrukseksempler

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

- Riving og rensning: ca. 5,5 kr/stein
- Ombrenning av mursten i 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.

Betong

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. Betong, sammen med mursten i tegl, utgjør den største avfallsfraksjonen i bygge- og anleggsektoren.

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. 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. Påstøp, avrettingsmasser og lim kan i tillegg til de overnevnte helse- og miljøfarlige stoffene også inneholde asbest.

Demontering

Arbeid med PCB-forurenset betong krever spesielle Arbeidsmiljøtiltak. 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 malingsgjikt, murpuss og selve betongen må vurderes.

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.

Tre

Trevirke utgjør som oftest ca. 30-40 % av samlet avfall ved riving og nybygging. 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.

Såframt 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. Spesielt er det vanskelig å oppdage stukebrudd (trykkbrudd) i trevirket. 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. 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.

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.

Demontering

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.

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.

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

Dokumentasjon av egenskaper

Eldre rivingsvirke er sannsynligvis ikke styrkesortert i utgangspunktet. Det må i tilfelle ettersorteres i henhold til NS-EN INSTA 142. Der massivtre elementet skal brukes konstruktivt, beholdes tykkelsen. Der tykkelsen endres, må den konstruktive ytelsen dokumenteres for det nye tverrsnittet.

Ombrukseksempler

I Gjenbrukshuset i Trondheim er ca. 85 % av reisverk og kledning av brukt trevirke. Også alle innerdører, ca. 50 % av kjøkkeninnredningene, all takstein og mursten i 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).

Building a circular future (ref 1011)

3XN Innovation, Danmark, 2015

Scope

Rapporten utreder hva som skal til og mulighetene som ligger i å bygge basert på sirkulære prinsipper.

Viktige funn

- Ingen spesielle funn i forhold til eksempler eller i forhold til gjeldende regelverk.
- Rapporten har en interessant gjennomgang av historisk bygging for demontering med materialene treverk, stål og betong (s. 39-43). Praksisen med konstruksjon designet eller egnet for demontering var gjerne motivert av ulike faktorer, som begrensede ressurser (treverk), fordeler i forhold til fleksibilitet i bygget, enklere montering, og også skatter. Praksisen ble borte stort sett gjennom effektivisering av byggeteknikker (raskere å lime, sveise mv.).
- Introduksjon av BIM (Building Information Modelling) og VDC (Virtual Design and Construction) vurderes som viktige verktøy for å muliggjøre bygging for demontering (s 45 – 51). Ser også på hvordan og hvilken type data som må lagres i og i tilknytning til systemet.

Gjenbruk i byggebransjen- State of Art (ref 1014)

Stein Rognlien, Norge, 2002

Sammendrag:

Rapporten tar for seg eksempler på det som er gjort hittil og det som gjøres i dag innen ombruk og materialgjenvinning av byggematerialer. Dette er samlet inn og systematisert i denne rapporten.

Fellesbetegnelsen på ombruk og materialgjenvinning er gjenbruk. Studiet tar utgangspunkt i det profesjonelle byggemarkedet, og ser i mindre grad på markedet for små private aktører og interiørmarkedet.

- Det er samlet og systematisert informasjon og erfaringer fra ca. 30 gjenbruksprosjekter innen
- nybygg og riving. Eksempelene er hentet fra Norge, Sverige, Danmark og Nederland. De fleste
- prosjekter er nybygg, men enkelte riveprosjekter med stort fokus på selektiv riving er tatt
- med. Rehabiliteringsprosjekter som ikke er tilført vesentlige gjenbruksmaterialer er holdt utenfor, men nevnes med ett godt dokumentert eksempel (Sverdrupsgate 22 i Oslo).
- Rapporten tar også for deg spesifikke materialgrupper og beskriver disse nærmere. Disse
- materialene er mursten i tegl, betongtilslag, betongelementer, skifer/takstein, trevirke, vinduer, dører og tekniske installasjoner.
- Markedet for ombruksprodukter er lite og det kan være vanskelig å få tak på akkurat det man ønsker, mens utvalget av gjenvinningsprodukter blir stadig større.
- Målet i rapporten er å gi leseren en "erfaringsoversikt" slik at han selv kan søke seg dypere
- ned i de prosjekter og problemstillinger han ønsker mer kunnskap om.

Scope

Rapporten fokuserer på det som er gjort og det som gjøres i 2002 innen ombruk og materialgjenvinning av byggematerialer. Dette er samlet inn og systematisert i denne rapporten.

Studiet tar utgangspunkt i det profesjonelle byggemarkedet, og ser i mindre grad på markedet for små private aktører og interiørmarkedet.

Oppsummering

Rapporten har fokusert på bakgrunn/motivasjon for prosjektene, hvilke gjenbruksmaterialer som ble brukt og hvilke erfaringer man har høstet under prosjektering, bygging og ved forvaltning, drift og vedlikehold (FDV). Eventuelle kostnadsvurderinger er også tatt med.

Den viser at hver prosess er ulik, og at det er ulik kostnad knyttet til et materiales ferd fra eksisterende plassering i et bygg, til ombruk i nytt bygg. Den peker ut en del universelle problemstillinger, som bransjen i dag fortsatt repeterer (uten å ha kommet noen betydelig vei.) Den henviser lite til regler, forskrifter og lovverk, og reiser få om noen problemstillinger knyttet til byggevevareforordning, og regulert omsetning av second-hand byggevarer.

Viktige funn

-Rapporten viser til tydelige økonomiske fordeler, og besparelser på opptil 50 % i konkrete prosjekter med ombruk av hele bygg, fremfor tradisjonell riving/bygging.

Materialer og egnethet

- Mursten i tegl
- Betongelementer
- Skifer/takstein
- Tre
- Vindu
- Dører
- Tekniske installasjoner

Mursten i tegl

Aktuelt gjenbruksvolum pr. riveobjekt bør ikke være mindre enn ca. 50.000 stein, ettersom kostnader knyttet til nødvendig prøveuttak og kvalitetskontroll vil bli uforholdsmessig store regnet pr. stein ved mindre gjenbruksvolum.

Demontering

Arbeidskrevende å rense og sortere.

Mellomlagring

Må lagres uten at det utsettes for regn og fukt.

Bearbeiding

Usikkerhet rundt frostsikkerhet, gjør at rapporten konkluderer med at ombrenning av stein er en god løsning for å sikre denne evnen.

Dokumentasjon av egenskaper

Rapporten er tydelig på at alle materialer skal oppfylle dagens materialstandarder. Det er utført og beskrevet tester av steinens frostsikkerhet før og etter ombrenning.

Ombruk uten dokumenterte egenskaper: eksempler

- Yttervegg
- Innervegg
- Flis på gulv

Betongelementer

Byggets betongelementer bestod av bjelker, tak og sandwichelementer med mineralull.

Demontering

Sammenføyningene mellom fasadeelementer og søyler bestod av bolter og muttere og kunne derfor demonteres på en enkel måte. Bjelkene og søyler var gyst fast og ble demontert ved

utboring. De gamle løftepunktene på takelementene var fjernet. Man laget derfor et spesialløft, et gaffel-liknende verktøy.

Festemetoden mellom dekke-, vegg- og fasadeelementene bestod av en fortanning i elementene. Under førstegangsmonteringen var denne fortanningen utstøpt. Oppdelingen og demonteringen foregikk ved at man pigget opp det meste av mørtelen som var brukt. Hvis elementene fortsatt hang sammen ble det brukt hydrauliske jekker sammen med spett for å få de fra hverandre.

Sammenføyningene mellom sandwichelementene og søylene bestod av bolter og skinner i søylene. Diameteren på boltene var Ø25. Løftepunktene i veggelementene var utformet slik at de fortsatt var intakte og kunne derfor benyttes til nedløfting. Fasadeelementer ble skrudd fra hverandre, løftet ned og plassert i stativ for kontroll og rengjøring. Takkonstruksjonen bestod av DT elementer, det vil si forspente ribbeplater med lav egenvekt i forhold til spennvidde og lastkapasitet. Ingen av løftepunktene i disse elementene var intakte da de var kuttet etter montering. Man måtte derfor ta nye hull for løfteredskap. Elementene ble løftet ned på lastebiler og transportert bort. Til nedløfting av DT elementene ble det benyttet DEHA-løft, et vil si med kranløft med påmonterte kuleankere.

Bearbeiding

Rens.

Ombruk uten dokumenterte egenskaper: eksempler

Det var god økonomi i flytting av en fabrikkhall i Sverige i 1996. Teksten forklarer dette ved at det ikke var behov for bygningsmessige endringer. Man slapp dermed tilpasninger, og kunne bruke de originale tegningene. Fordi bygget oppført bare ti år tidligere, i 1986, hadde det ikke vært noen endringer i regelverket som krevde "nye" tiltak. (State of Art, s. 64)

Skifer/mursten i tegl stein (Tak).

Demontering

- Viktig med sortering tidlig
- Dokumentasjon av egenskaper
- Ikke dokumentert noen egenskaper utover det, at man beskriver det som av høy kvalitet.

Tre

Demontering

Takkonstruksjoner, takstoler, direkte ombruk, upcycling, etc.

Dokumentasjon av egenskaper

Ikke dokumentert noen egenskaper utover det, at man beskriver det som av høy kvalitet.

Vinduer

Demontering

- Gamle vinduer, godt treverk i karm, gode som nye med to lags.
- Tilfredsstillende u-verdi?

Dokumentasjon av egenskaper

Ikke dokumentert noen egenskaper utover det, at man beskriver det som av høy kvalitet.

Dører

Demontering

Gamle tredører, fyllingsdører.

Dokumentasjon av egenskaper

Ikke dokumentert noen egenskaper utover det, at man beskriver det som av høy kvalitet.

Tekniske installasjoner

Radiatorer. Ansvar, funksjon.

Dokumentasjon av egenskaper

Ikke dokumentert noen egenskaper utover det, at man beskriver det som av høy kvalitet.

The circular economy in the built environment (ref. 1015)

Arup,UK, 2016

Scope

Rapporten utforsker muligheter og utfordringer ved å tenke sirkulærøkonomi innen det bygde miljø. Rapporten ser på en rekke faktorer utover kun materialer.

Viktige funn

Rapporten sier ikke noe spesielt om teknisk gjennomføring og har først og fremst fokus på generelle drivere og insentiver for sirkulær økonomi. Rapporten har dog en interessant observasjon i forhold til økonomisk effekt av ombruk av stål (s. 32):

“Arup helped Tata Steel to understand the potential to design steel for reuse. We helped Tata to prepare for a future economy where resource depletion and legislation could significantly change the commercial market for the metal.

This study used a financial model to assess the potential value of steel reuse to building owners under different scenarios. The results proved that there are clear economic and environmental advantages to reusing rather than recycling steel.

We calculated embodied environmental impacts and resource use for both recycling and reuse of steel at the end of life of two buildings. This revealed potential savings of 6–27 % for a warehouse, 9–43 % for an office and 2–10 % for a whole building. The study also found that a building client could benefit from significant savings on materials costs — up to 25 % and 16 % per tonne of steel compared to conventional construction.”

Evaluation of Recycling & Reuse of Building materials from Demolition: Cost feasibility and environmental impact assessment (ref. 1020)

Maya Sheidaei, Emmanuel Serwanja, Sverige, 2016

Scope

En case study av Volvos kontorbygg i Lundby, Gothenburg

Naturvitenskapelig masteroppgave i programmet *Infrastruktur og miljøteknikk*

Studien fokuserer på riveavfall som ble generert fra rivingen av Volvo Trucks hovedkvarter (VLH) i Gøteborg, på grunn av renovering og ombygging av kontorbygget. Studien sammenlikner to rivningsalternativer, tradisjonell rivning og demontering, for å vurdere miljøbelastningen fra et livssyklusvurderingsperspektiv. De ser også på kostnadskonsekvenser ved å se på enhetspriser for transport-, arbeidskostnader og utstyrs kostnader som ble brukt under riveprosessen.

Hovedmålet med masteroppgaven er å:

Vurdere levedyktigheten ved gjenvinning og ombruk av byggematerialer ved rivning med hensyn til miljøpåvirkning og kostnadseffektivitet. De spesifikke målene for studien er;

- Fastslå hvilke materialer som er egnet for gjenbruk eller resirkulering.
- Finne ut mengden resirkulerbart og ombrukbart avfall fra rivingen.
- Anbefale beste rivningspraksis for fremtiden

Oppsummering

Det er en teoretisk studie som tar utgangspunkt i et konkret gjennomført riveprosjekt og massene fra dette. Studien tar for seg 4 forskjellige materialgrupper: *Betong, Treverk, Stål og Plastprodukter*. Det er gjort LCA beregninger både på enhetsnivå og for totalt masser.

Resultatet de kommer frem til er at selektiv rivning synes å være mer miljøvennlig enn konvensjonell.

Men kostnadsestimeringsanalyse viser at selektiv riving koster to ganger mer enn konvensjonell riving (dette virker være basert på et estimat/forutsetning de selv har satt. Imidlertid ble ikke omsetningen fra å selge av gjenbrukbart materiale fra riving tatt i betraktning i studien som kunne kompensere for noen av nedrivningskostnadene).

Materialer og egnethet:

Studien tar for seg 4 forskjellige materialgrupper:

- Betong – trapper, arbeidsbenker, delingsvegger
- Treverk – gulv og skillevegger
- Stål – tak og andre strukturer
- Plastprodukter - hovedsakelig gulvprodukter

Nordic Built Component Reuse (ref 1026)

Tegnestuen Vandkunsten, Annes Sigrid Nordby, ++, Danmark, 2014-2016

Scope

Hvordan kan vi bygge med dagens byggavfall? Rapporten fokuserer på ombruk via upcycling, nye løsninger, LCA, og materialsyklus. Design for Dissassembly (DfD) er også et tema.

Oppsummering

-Nordic Built Component Reuse-prosjektet utforsker, ved hjelp av 1: 1 mock-up prototyper, ny praksis for ombruk av demonterte byggekomponenter og materialer i alle produktfaser - innkjøp, rehabilitering, designintegrasjon, konstruksjon og markedsføring - som resulterer i visjoner av nye måter å organisere, anbud og handel med ombrukte bygningskomponenter.

-Prosjektet utforsker, ved å utforme og konstruere 20 fullskala prototyper, en ny praksis for høyt ombruk av demonterte byggekomponenter og materialer i alle produkttrinn fra demontering til anvendelse. Forfatterne vil inspirere byggesektoren og forbrukere til videre utvikling og implementering.

Viktige funn

-Det er i praktiske, 1 til 1 modeller for ombruksinspirasjon prosjektet setter inn støtet. Disse eksemplene blir også diskutert ift LCA osv.

-Rapporten foreslår et sett med fire kriterier, eller aspekter, for å vurdere ombruksprototypene: Tekniske, Miljømessige, Kommersielle, og Kulturelle, som sammen utgjør det de kaller et sikkerhetsnett.

Materialer og egnethet: Treverk, Mursten i tegl, Glass, Spirorør, Betong, Vinyl.

Bearbeiding

Det er brukt energi- og arbeids-intensive prosesser for å gjøre forkastede produkter brukbare igjen. Spiropresse-prosessen, for eksempel, burde relativt enkelt kunne gjøres mer effektiv, for å gjøre produktet mer allment tilgjengelig. Den antatt store tilgangen på slike rør taler også for en videreutvikling av konseptet.

Dokumentasjon av egenskaper

Vinylen er funnet å slippe ut giftige gasser.

Ombruk uten dokumenterte egenskaper: eksempler

Det er i liten grad dokumentert egenskaper i disse eksemplene.

Ombrukseksempler

-Av prototypene er glassvegg og spiro-kledning allerede tatt i bruk i faktiske bygg. Når det gjelder andre har produksjonsprosessen vist seg å være for arbeidsintensiv, eller for energikrevende.

-Ingen av de analyserte prototypene scorer høyt på 'industrialiseringsgrad'.

1.3 Materialspesifikke tekster om ombruk

Noen av tekstene vurderer bare en produktkategori, eller hovedsakelig bare en produktkategori, for ombruk. Disse er samlet her.

1.3.1 Materialspesifikke tekster om stål

Stålbransjen i Nord-Europa er i ferd med å utvikle prosedyrer og systemer for ombruk av bærende stålkonstruksjoner. Dette arbeidet er pågående, og vi har tatt med noen av de nyeste og viktigste i litteraturstudien. En generell trend er at problemstillingen rundt CE-merking blir ansett som løst gjennom gjeldende regelverk, men at det foreløpig mangler praktiske eksempler på gjennomførte prosjekter.

Återbruk av Stålkomponenter (ref 1002)

Wylliam Husson, Ove Lagerqvist. Sverige. 2018

Scope

Mulighetsstudie med formål om å:

- Undersøke de tekniske mulighetene som er tilgjengelige for å vurdere egenskapene til stålkomponenter
- Å fremheve potensielle hindringer for ombruk
- Å diskutere tolkninger av regelverket

Oppsummering

Først ble det gjennomført en litteraturstudie som redegjør for fordeler og vanskeligheter for ombruk. Det er en grundig gjennomgang av tidligere stålstandarder. Case-studier illustrerer ulike typer ombruk og viser ulike strategier. Etter en grundig analyse av dagens og fremtidige regler for utforming og utførelse av stålkonstruksjoner, vurderer forfatterne det slik at det ikke finnes noen formelle juridiske hindringer for ombruk av bærende stålkomponenter i bygg. Ikke-standardiserte ståltyper kan brukes så lenge deres egenskaper er kjent, de oppfyller grunnleggende krav og er sikkert dokumentert.

Viktige funn

- Ombruk av stålkomponenter er tillatt, fordi ikke-standardisert stål kan brukes, hvis det testes og dokumenteres.
- Hardhetsprøving er enkelt og gir konsistente resultater med lite spredning. Metoden kan brukes til å raskt dele produktene i homogene materialgrupper.
- Analyse av kjemisk sammensetning med XRF-instrumenter kan brukes til grov sortering eller analyse av farger. XRF står for X-ray fluorescence, eller røntgenfluorescens på norsk. Det er en type spektrometertest som ikke inkluderer karbon.
- For å finne karbonekvivalenten, kan OES-instrumenter analysere alle elementer som inngår i beregningen av den. OES står for Optical Emission Spectrometry, og er en type spektrometertest. Metoden er tillatt som en "rutinemetode" i produksjonen og gir raske og pålitelige svar.
- Ved ombruk av stål der dokumentasjon er tilgjengelig, og stålet er produsert etter gjeldende standarder, er ikke-destruktiv testing tilstrekkelig til å bekrefte samsvar med produktstandarden.
- For eldre stål eller stål som ikke har dokumentasjon, kan ikke-destruktiv testing brukes til å dele produktene i materialgrupper.
- Mekaniske egenskaper kan da bestemmes endelig gjennom destruktiv testing.

Materialer og egnethet: Stål

Rapporten beskriver at bærende stålkomponenter er egnet for ombruk.

Demontering

Det beskrives at demontering er mulig, men burde oppmuntres:

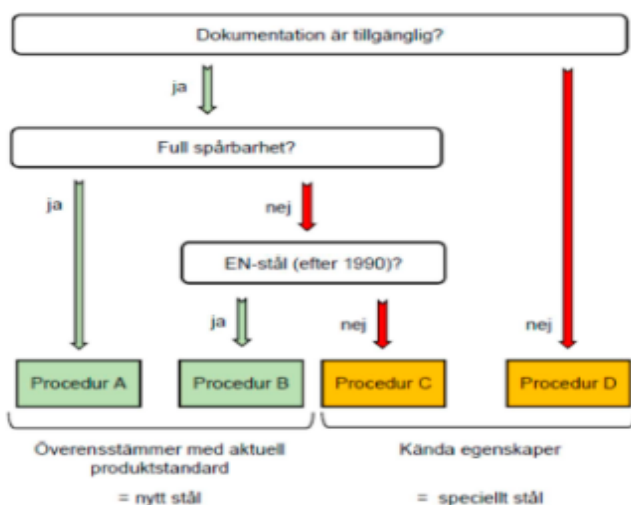
«Formella och praktiska hinder för återbruk är överkomliga men för att det ska bli vanligare krävs en större tillgång på återanvända produkter. Värdet hos inbyggda komponenter bör uppmärksammas mer så att demontering väljs framför rivning när detta är möjligt och befogat ur ekonomisk synpunkt.»

«Rivningsplanen kan bli ett effektivt styrmedel för utökat återbruk genom att föreskriva en undersökning med hänsyn till återanvändbara komponenter.»

«Hjälpmiddel i form av t ex checklister kan utvecklas för att bedöma återanvändbarheten ur økonomisk synpunkt (vid prospektering) varvid ett beslut tas mellom återbruk eller återvinning. Først kommer de mest fördelaktige objekt att återanvändas men med økende erfaring og forbedringer kan fler og fler bli økonomisk fordelaktige. I større skala kan framförallt prøvningskostnader minske drastisk.»

Dokumentasjon av egenskaper

- Hardhetsprøving er enkelt og gir konsistente resultater med lite spredning. Metoden kan brukes til å raskt dele produktene i homogene materialgrupper.
- Analyse av kjemisk sammensetning med XRF-instrumenter kan brukes til grov sortering eller analyse av overflatebehandling.
- For å finne karbonekvivalenten, kan OES-instrumenter analysere alle elementer som inngår i beregningen av den. Metoden er tillatt som en "rutinemetode" i produksjonen og gir raske og pålitelige svar.
- Ved ombruk av EN-stål der dokumentasjon er tilgjengelig, er ikke-destruktiv testing tilstrekkelig til å bekrefte samsvar med produktstandarden.
- For eldre stål eller stål som ikke har dokumentasjon, kan ikke-destruktiv testing brukes til å dele produktene i materialgrupper.
- Mekaniske egenskaper kan da bestemmes endelig gjennom destruktiv testing.



Tabell 5.11 Innehåll och utfall av förslagna procedurer

Procedur	Konstruktören föreskriver	Intyg	Provning
A	EN-stål (tex S355J2 enl SS-EN 10025-2)	Initiellt 3.1	visuell
B			OFF
C	Specifika egenskaper (sträck- och brottgräns, seghet, kolekvivalent)	Nytt 3.1	OFF (inkl. OES) + 1 mekanisk provning
D			OFF (inkl. OES) + flera mekaniska provningar + statistisk analys

Over: Det er fire beskrevne prosedyrer, der man velger fremgangsmåte avhengig av kvalitet på dokumentasjon og når stålet ble produsert. Jo bedre dokumentasjon, jo mindre testing (fra s.80).

CE-merking

-CE-merking gjøres av sertifisert foretak.

-Byggevevareforordningen og SS-EN-1090-1 stiller ingen krav til arbeid som utføres på byggeplass, og slikt arbeid kan utføres uten sertifisering ihht SS-EN-1090-1.

«I SS-EN 1090-2, avsnitt 5.2 ges krav for identifisering, kontrollintyg og spårbarhet. Här anges att levererade ingående produkters egenskaper ska vara dokumenterade på ett sätt som medger att de kan jämföras med föreskrivna egenskaper.»

Ombrukseksempler

I bilag A presenteres 10 relevante ombrukseksempler med stål. 9 av 10 er fra Nord-Amerika, og ingen er bygget under dagens CE-merkingsregime.

DIP118: Ombruk av Stål og tilknyttede byggematerialer (ref. 1007)

Widenoja, E., Myhre, K., Kilvær L., Norge, 2018

Scope

-Rapporten fokuserer på 1) ombruk av eksisterende / eldre stålbygg og 2) utforming av nye stålbygg og tilhørende bygningsmaterialer for enkel demontering og ombruk i fremtiden. Ombruk er forstått som bruk av nye komponenter og / eller hele bygninger, ikke større oppussing på stedet.

--Tilknyttede byggematerialer er for eksempel prefabrikerte hulldekker i betong. Ettersom en stålbygg ofte har tilknyttede byggematerialer, må også andre deler av byggesystemet vurderes i forhold til ombruk. Dette gjelder hovedsakelig hvordan materialer og elementer er festet til hverandre. Mekaniske festemidler er en viktig del av å gjøre andre materialer ombrukbare.

-Omfanget av rapporten har til en viss grad endret seg gjennom utviklingsprosessen. Forfatterne har avdekket hindringer og muligheter, og latt disse styre fokuset noe.

-Geografisk har forfatterne konsentrert seg om Norge. I arbeidet med mulige markedsløsninger er Sverige inkludert i markedsområdet, med sin lange grense til Norge og mange likheter i byggebransjen.

Oppsummering

I rapporten "Ombruk av Stål og tilknyttede byggematerialer " har Norsk Stålforbund utforsket muligheter og hindringer for å utvikle et marked for ombrukt stål og tilknyttede byggematerialer. Forfatterne har forsøkt å avdekke barrierer for ombruk av stålkonstruksjoner, for eksempel i mangel på gode tekniske løsninger, mangel på kunnskap og i forskrifter som for tiden bare er ment for bruk av nytt stål. Det presenteres løsninger som letter ombruk av stål og tilhørende materialer. Forfatterne har fokusert mer på å finne løsninger som muliggjør ombruk, og allerede har blitt testet, enn på å utvikle nye produkter og løsninger.

En av de store manglene rapporten har avdekket er mangelen på prosedyrer for ombruk. Lasse Kilvær og Einar Braathu har hatt ansvar for å utarbeide en ny prosedyre for testing og redokumentering for ombruk av stål.

Viktige funn

- Det finnes eksempler på flere gode løsninger, og eksempler på ombruk av stålbygg, men disse ble funnet i andre land enn Norge.
- Det er ingen mangel på løsninger i form av fysiske produkter og løsninger som kan lette ombruk. De største hindringene er i systemet.
- Rapporten har avdekket en rekke hindringer som kan forklare hvorfor ombruk av stålbygg og tilhørende materialer ikke er vanlig praksis i dag: regelverk som er rettet mot å bruke nytt stål, mangel på standarder, prosedyrer og kompetanse, samt mangel på økonomiske incitament til ombruk. Alle forskrifter, regler og standarder i Norge og EU er satt opp for bruk av nytt stål. Ingen betydelig innsats har blitt gjort for å lette ombruk, til tross for ambisjoner om en sirkulær økonomi i Europa. Hvis dette arbeidet påbegynnes, ser forfatterne lovende muligheter for et økonomisk bærekraftig marked for gjenvinning av stålbygg og tilhørende bygningsmaterialer.

Materialer og egnethet:

Stål

Rapporten slår fast at bærende stålkonstruksjoner er svært egnet for ombruk, men at det i dagens situasjon er store hindre på alle nivåer. Det konkluderes med at disse hindrene kan løses eller allerede ble løst under arbeid med rapporten.

Demontering

- Det er anbefalt å se på skrudde stålkonstruksjoner først, fordi disse er lettere å demontere skånsomt.
- Rapporten anbefaler at stålmonterere gjennomfører demontering, fordi disse har nødvendig utstyr og kompetanse. I et oppfølgingsprosjekt planlegges samtidig opplæring i demontering under monteringskurs.

Mellomlagring

Rapporten foreslår to løsninger:

1) Nettløsning

Et nettbasert system der rivesøknader utløser tilgjengeliggjøring av ombrukbare byggeprodukter på en plattform, hvor man kan søke på materialtype, dokumentasjon, og som viser avstand. Avstand er viktig fordi noen materialer mister noe av bærekraftsverdien ved ombruk hvis de må transporteres langt, som betong. Materialene kan da kjøpes/reserveres, demonteres, og leveres, helst til byggeplass. De kan også

mellomlagres på sentrallager eller midlertidig ledig plasser i nærheten, igjen for å unngå unødvendig transport.

2) Stålgrossist

Brukerundersøkelser viste at stålbyggere ønsker å kjøpe alt sitt stål fra et sted, og helst gjennom vante kanaler og forbindelser. Derfor kan det være en løsning at stålgrossister også tar inn ombrukt stål, enten ferdig dokumentert eller for å redokumentere dette, og tilbyr dette ved siden av resten av sitt sortiment.

Bearbeiding

-Hvis det er nødvendig med bearbeiding, bør det gjøres på verksted.

-Bearbeiding kan innebære oppretting av lange produkter, kapping, sveising, rustfjerning, overflatebehandling (maling, brannmaling, og galvanisering), hulltaking, etc. Alle disse innebærer endring av essensielle egenskaper, og krever derfor CE-merking.

Giftstoffer i overflatebehandling:

-Det er ingen spesielle krav i kjemikalielovgivningen til malte stålkomponenter som inneholder sink, PAH eller bisfenol A. Det tyder på at de kan ombrukes.

-Blymønje kan muligens overmales

-Det er ikke tillatt å ombruke produkter som inneholder kortkjedede klorparafiner, jfr. produktforskriften § 4-1. Klorautsjuk maling kan inneholde PCB og dermed også være forbudt jfr. produktforskriften 2-1.

Dokumentasjon av egenskaper

-Rapporten skisserer en prosedyre for å redokumentere stålet. Prosedyren er delt opp i forskjellige scenarier, et for tilfeller med full dokumentasjon og sporbarhet, et uten noen dokumentasjon, osv.

-Prinsippet for testing er at man ved bruk av eksisterende dokumentasjon, analyse, og ikke-destruktiv testing, lager grupper med stål, der en komponent kan testes mer utførlig ved destruktiv testing.

-Det er også utarbeidet en oversikt over stålstandarder brukt i Norge gjennom hele etterkrigstiden. Ved hardhetstest kan man bestemme sannsynlig stålstandard og dermed flytegrense etc.

-Som ikke destruktive tester etter det foreslått Vickers hardhetstest eller XRF på alle elementer, og OES for å bestemme karboninnhold.

CE-merking

Rapporten mener ombrukt stål kan CE-merkes som avviksstål under standarden NS EN 1090. Dette er nødvendig hvis man omsetter stålet og essensielle egenskaper endres. For å CE-merke må et sertifisert stålverksted (stålfabrikk) gå gjennom sine prosedyrer for dette, basert på dokumentasjon/ materialsertifikat.

«Et nytt krav i byggevareforordningen er bærekraftig bruk av naturressurser: Byggverk skal konstrueres, oppføres og rives på slik måte at bruken av naturressurser er bærekraftig, og særlig sikre: a) at byggverk og materialer og deler i byggverk kan brukes på nytt eller gjenvinnes etter rivning. b) byggverkets bestandighet. c) bruk av miljøvennlige råmaterialer og sekundærmaterialer i byggverk11. Med andre ord støtter ombruk et grunnleggende krav i byggevareforordningen. Det er imidlertid lite som tyder på at dette kravet følges opp i praksis.» s.15

«Ved ombruk på stedet i et rehabiliteringsprosjekt vil brukte produkter ikke være rammet av loven, ettersom komponentene aldri når markedet, men ombrukes direkte av samme eier» (Sørnes et al.,

2014). Ved omsetning av brukte byggevarer, vil imidlertid krav om dokumentasjon iht DOK tre inn. Dette betyr at dersom selgeren ikke har korrekt dokumentasjon er varene i prinsippet ulovlig å omsette. Dette betyr at dokumentasjonskravene for ombruksmaterialer er de samme som for nye materialer. Viktige konsekvenser av å følge dette regelverket, er at ombruksmaterialer vil kunne bli svært kostbare og at «ombruksprosjekter» vil øke i kompleksitet. I praksis blir imidlertid disse kravene sjelden fulgt opp.

Ombruk uten dokumenterte egenskaper: eksempler

-Det er vist eksempler av omsetting av ombrukt stål, blant annet på den engelske landsbygda, uten noen form for testing eller redokumentering. Rapporten fraråder slik praksis, hvis essensielle egenskaper endres, og anser det da som i strid med gjeldende regelverk.

Andre produkter: Betong

-Betong og Demontering 1007 DIP118: Ombruk av Stål og tilknyttede byggematerialer viser til eksempler med demonterbare hulldekker fra Cepezed i Temporary Courthouse Amsterdam i Nederland. Det er montert stålkoblingspunkt, støpt fast i dekkene, før bruk.

Protocol for reusing structural steel (version 05). SCI 2019 (ref. 1009)

SCI, Storbritannia, 2019 (utkast)

Oppsummering:

-Miljøfordelene ved ombruk av bærende stål er betydelige, sammenlignet med vanlig praksis for gjenvinning ved smelting av skrap.

-Det er også mulige kostnadsbesparelser.

-Protokollen anbefaler datainnsamling, inspeksjon og testing for å sikre at gjenvunnet konstruksjonsstål kan brukes sikkert, i en ny kontekst. Visse konservative antagelser om materialeegenskapene kan gjøres, eller man kan destruktivt teste for å bestemme egenskapene med større nøyaktighet.

-Det anbefales at den eneste modifikasjonen som er nødvendig for design, er å verifisere kapasitet mot utknekking ved å bruke $\gamma M1 = 1.15$.

($\gamma M1 = 1.15$. er en partialfaktor (materialfaktor) som reduserer stavens kapasitet mot utknekking. Det står i EN 1993-1-1 at anbefalt verdi av $\gamma M1 = 0$, men den skal bestemmes nasjonalt. I Norge har speilkomiteen i Standard Norge bestemt at den skal være = 1,05 og i UK er verdien satt = 1,0 (dvs anbefalt verdi). Det de har gjort ved å sette verdien til 1,15 er å legge inn 15 % lavere kapasitet på ombrukt stål av trykkstaver (søyler, fagverk, stag osv).)

-Protokollen bemerker at materialeegenskaper erklært under CE-merking-prosedyrer er utformet for å sikre at materialet er som angitt i design. Ved bruk av ombrukt stål er designet basert på materialeegenskapene (testet eller konservativt anslått), og opprettholder dermed forholdet mellom designforutsetninger og materialkapasitet. Det er derfor hensiktsmessig at refabrikkert, ombrukt bærende stål kan bli CE-merket i henhold til EN 1090.

(Dette betyr at man prosjekterer / dimensjonerer stålkonstruksjonene basert på de materialeegenskapene som påvises (enten testede eller konservativt antatte). Man kan da CE-merke refabrikkert stål iht EN 1090-1.)

Scope:

Protokollen er utarbeidet for å bidra til å lette ombruk av stålkonstruksjoner, hentet fra eksisterende konstruksjoner. Protokollen ser på ombruk av refabrikkerte, individuelle komponenter i en ny konstruksjon, i stedet for ombruk av en hel bygning / konstruksjon på et nytt sted.

Abstract:

Protokollen foreslår et system for undersøkelse og test for å etablere materialegenskaper, med råd til designere som utfører kontrollen. Protokollen legger mye ansvar på innehaver av stålet, inkludert identifikasjon, vurdering, kontrollprosedyrer og samsvarserklæringer.

Protokollen er basert på prinsippet om at, gitt hensiktsmessig bestemmelse av materialegenskaper og toleranser, kan refabrikkert ombrukt stål CE-merkes i henhold til BS EN 1090-1

Prosessbeskrivelse

1. En bygning blir gjort tilgjengelig for ombruk av det bærende stålet. Man skal vurdere brukbarheten av stålet, demonteringen av konstruksjonen, økte kostnader for skånsom rivning (demontering), etc.
2. En avtale etableres mellom grossist og selskapet som er ansvarlig for rivning.
3. Viktige detaljer om det forventede uttatte stål registreres som beskrevet i avsnitt 4.1.
4. Uttatt stål er mottatt av grossist, gruppert og oppført som beskrevet i avsnitt 6.1. Den nødvendige grupperingen har en viktig innvirkning på omfanget av testingen som kreves.
5. Stålkomponentene blir inspisert og testet i samsvar med § 4, med informasjonen som følger med lagerdataene. Testregimet innebærer en kombinasjon av ikke-destruktiv testing, og valgfri destruktiv testing, med mulighet til å gjøre konservative antagelser om visse materielle egenskaper. Testing kan gjøres når man ønsker, men selgeren av stålet er ansvarlig for å erklære de nødvendige egenskaper når stålet selges.
6. Stålet er solgt, med tilhørende deklarasjon av materialegenskapene, av innehaver av uttatt stål.
7. Design og komponent kontroll er fullført med visse modifikasjoner, som beskrevet i avsnitt 3.

CE-merking:

-Refabrikkert (Bearbeidet, tilpasset) bærende stål må CE-merkes før omsetting

-BS EN 1090-2 forventer generelt at "nytt" stål brukes i byggverk som angitt i punkt 5.1. Ombrukt stål må klart behandles annerledes, da det kan ha blitt produsert etter en utgått standard, og mest sannsynlig ikke kan knyttes til materialsertifikatet fra produksjonstidspunktet.

-BS EN 1090-2 tillater bruk av andre materialer, som følger:

If constituent products that are not covered by the standards listed are to be used, their properties are to be specified. The relevant properties to be specified shall be taken from the following list:

- a) strength (yield and tensile);
- b) elongation;
- c) stress reduction of area requirements (STRA), if required;
- d) tolerances on dimensions and shape;
- e) impact strength or toughness, if required;
- f) heat treatment delivery condition;
- g) through thickness requirements (Z-quality), if required;
- h) limits on internal discontinuities or cracks in zones to be welded if required.

In addition, if the steel is to be welded, its weldability shall be declared as follows:

- i) classification in accordance with the materials grouping system defined in CEN ISO/TR 15608 or;
 - j) a maximum limit for the carbon equivalent of the steel, or;
 - k) a declaration of its chemical composition in sufficient detail for its carbon equivalent to be calculated.
- EN 1090-2 krever at dokumentasjon (som kan være testrapporter, kontrollsertifikater eller samsvarserklæringer) må brukes til å deklare de relevante materialegenskapene.

Testing

- Alt stål som tas ut til ombruk, skal inspiseres og testes.
- Det er sentralt å gruppere fundamentalt identiske komponenter (en batch), hvor destruktive tester utføres på en eller flere komponenter som antas å være representative for resten av gruppen.
- Definisjon på en gruppe (alle 3 betingelser må være oppfylt):
 - 1 Hentet fra samme konstruksjon
 - 2 Har samme serienummer og funksjon (f.eks bjelker, søyler)
 - 3 Har samme materialegenskaper, bestemt ved ikke-destruktiv testing av hver komponent.

Begrensninger

- Det anbefales ikke at ombrukt stål brukes til EXC 3 bygg. Vi kan anta at det også gjelder EXC 4, og offshore. EXC er en forkortelse for *Execution Class*, som betegner hvor utfordrende det er å sette opp konstruksjonen på en trygg måte, eller hvor farlig det vil være om konstruksjonen bryter sammen. Forskjellige foretak kan være sertifisert til forskjellige nivåer av EXC, for eksempel EXC 2.
- Ombrukt stål skal ikke brukes i konstruksjoner som er utsatt for utmatting.
- Ombrukt stål anbefales ikke for bruk i konstruksjoner som er utsatt for seismisk bevegelse, da dette krever garantert duktilitet. (NSF vil her skille mellom lav, og medium og høy seismisk påvirkning, og akseptere ombrukt stål i konstruksjoner med lav seismisk påvirkning).

1.3.2 Materialspesifikke tekster om Betong

Betongprodukter er nevnt i flere av de generelle tekstene, men er bare representert i en materialspesifikk tekst i litteraturstudien. Den teksten (under) er likevel så lovende i beskrivelsen av en slik prosess at vi vurderer det som interessant å se videre på ombruk av brukte hulldekker. Når vi også vet at det pågår praktisk arbeid med ombruk av betonghulldekker i Oslo i dag, har vi valgt ut ombruk av hulldekker av betong som en av de utvalgte produktene i det videre arbeidet.

Reuse of hollow core slabs from office buildings to residential buildings (ref 1027)

Naber, N.R., Nederland, 2012

Scope

Ombruk av eksisterende hulldekker inn i nye bygg er hovedtema. Oppgaven ser også på konsekvenser. Er det gjennomførbart å ombruke brukte betongelementer på teknisk og prosessuelt nivå? Dessuten er hulldekker svært vanlig i kontorbygg og i boligbygg. Fordi det er en større etterspørsel i boligmarkedet i øyeblikket, legges fokus på ombruk fra kontorbygg til boligbygg.

Oppsummering

Emnet i denne avhandlingen er ombruk av hulldekker fra kontorbygg til boligbygg. Det ble skrevet som en masteroppgave ved byggingeniør ved TU Delft. Emnet er valgt på grunn av den korte funksjonelle levetiden til bygninger sammenlignet med den tekniske levetiden til deres bæresystem i betong. Ved å ombruke i stedet for å gjenvinne betong, nås et høyere nivå på avfallshåndteringshierarkiet. Dette innebærer en miljøgevinst siden mindre tilkoblinger må brytes i betongen, og mindre nye må dannes for å bygge opp den nye konstruksjonen. Dette passer godt inn i regjeringens målrettede retningslinjer som delvis er utarbeidet for å redusere byggverkets miljøpåvirkning. Spørsmålet som er forsøkt å bli besvart innen denne undersøkelsen, er om det er mulig å gjenbruke betongelementer som er tilstede i bygninger, både teknisk og prosessnivå.

Viktige funn

- Sanering av en bygning på et høyere bygningsnivå betyr at mindre av den investerte energien går tapt, noe som innebærer et høyere bærekraftig nivå.
- Betonghulldekker ble undersøkt fordi de disse elementene danner lett-brytende koblinger med resten av konstruksjonen.
- Brannsikringskravene er strengere i høye boliger enn i kontorbygg i samme høyde, og også tykkelsen av betong-påstøp bør tas i betraktning ved å se til hvilken type bygning elementene kommer fra og til.
- Lydisoleringskravene til gulv er lik for kontorbygg og eneboliger, men høyere for boligbygg. For å oppnå et tilstrekkelig nivå av lydisolering med gulv som kommer fra kontorbygninger, er det nødvendig med ekstra masse eller et datagulv på toppen av brukte hulldekker.
- Listverk og etterbehandling av platene er også viktig.
- Mengden ekstra arbeid som trengs for å tilpasse platene, bestemmer delvis suksessen til ombruk.

Materialer og egnethet: Betong Hulldekker

Demontering

- I kapittel 3; Demolition versus disassembly, diskuterer demontering i forhold til problemene Støv, Støy, Vibrasjoner, og Sikkerhet. Konklusjonene er varierende. Det er mindre støv og mindre vibrasjoner fra en demonteringsprosess. Når det gjelder støy er det overaskende nok, ganske likt, og noe verre for bygningsarbeiderne fordi de vil stå nærmere lydkilden. At arbeiderne står nærmere er også relevant for sikkerheten til arbeiderne. Det er en utfordring i forhold til demontering, og en av hovedgrunnene til at det går saktere - men også en mulighet til større sikkerhet for omgivelsene på trange tomter.
- Betonghulldekkers kobling til resten av konstruksjonen, er lette å bryte.
- For byggearbeidernes sikkerhet og for å bevare kvaliteten på elementene som demonteres, må demonteringsprosessen planlegges i detalj. Fordeling av krefter og rekkefølgen av demontering må alltid være kjent.

1.3.3 Materialspesifikke tekster om treverk

I arbeidet med litteraturstudien har vi funnet lite relevant informasjon om ombruk av treverk og treprodukter. Treverk er stort i masse, og derfor utslipp, men mindre energiintensivt enn stål, betong og mursten i tegl. Vi kommer sannsynligvis ikke til å fokusere på ombruk av treverk som en konsekvens av en kombinasjon av dette.

Recycling and End-of-Life Scenarios for Timber Structures (ref. 1027)

Hafner A., Ott S., Winter S., Tyskland(?), 2014

(In: Aicher S., Reinhardt HW., Garrecht H. (eds) Materials and Joints in Timber Structures.)

Scope

Resultatet av woodwisdom-net forskningsprosjektet ECO2-tre i karboneffektiv konstruksjon - samt beregninger av treforbruk av brede tømmerkonstruksjoner og undersøkte casestudier på et meget detaljert nivå, samlet for å vise hva som nå er 'state of art' og teorier for å forbedre ressurseffektiv bruk av tre.

Oppsummering

-Langsiktig og ressurseffektiv bruk av tre av førsteklasses kvalitet (som laminert tre, kryssfiner, tømmerrammekonstruksjon) er nødvendig for å sikre bærekraftig konstruksjon med tre.
-I prosessen med å planlegge nye trebygg må demontering og ombruk / gjenvinning av produktene også vurderes

1.3.4 Materialspesifikke tekster om mursten i tegl

Mursten i teglstein er et typisk ombruksprodukt som er modulært, og eksempelet fra Lilleborg er svært godt dokumentert. Hvis vi kan hente ut mer informasjon, gjennom intervjuer etc. ift Gamle Mursten i Danmark, som redokumenterer ombruksmursten i tegl, og Lendager Group, som tar ut felter av nyere, brukt mursten og lager fasadekomponenter av dem, vil mursten i tegl kunne være et godt dokumentert fokusområde å se videre på.

Lilleborg gjenbruk av tegl (ref. 1029, 1030, 1031, 1032)

Sivilingeniør Finn Madsø, Norge, 2001

Scope

Tekstene, en artikkel, en todelt rapport, og et rapportbilag, omhandler gjenbruk av mursten i tegl fra Denofa Lilleborg, et fabrikkannlegg som skulle omgjøres til boliger.

Oppsummering

Mål om miljøprosjekt førte til mål om nedknusing av betong og mursten i tegl til fyllmasser, og utsortering av 100.000 mursten i teglstein for høyverdig gjenbruk både ved ombygging og nybygging på stedet.

Det ble gjenvunnet 56.000 mursten i teglstein fra rivingen: 12.000 ble benyttet som fasadestein ved ombygging og rehabilitering av den bevarte bebyggelsen langs Akerselva, 44.000 ble brukt til utvendig forblending av yttervegger på nedre fasadepartier av boligblokkene.

Viktige funn

-Tre egenskaper avgjør ombrukbarhet: Utseende, Frostmotstandsevne, og Trykkfasthet / Bæreevne

- Utseende på gammel mursten i tegl var viktigste argument for ombruk (2001)
- Trykkfasthet er sjelden et problem.
- Mursten i teglstein kan anslås å utgjøre 40 % av årlig ca. 1,5 mill. tonn byggeavfall i Norge, tilsvarende ca. 600.000 tonn mursten i tegl/år. 200 mill. stk. mursten i teglstein/år eller ca. 8 ganger den årlige nyproduksjon av mursten i teglstein i Norge.
- Omkring 50 % fra riving og 50 % fra rehabilitering. (2001)
- Det meste av mursten i teglet fra riveprosjekter gikk til deponi.
- Lokal knusing for tilslag kan få stor påvirkning.
- Systematisk riving og omsetning av mursten i tegl for ombruk hadde før dette ikke vært forsøkt her i landet (2001)
- Ombruk var teknisk gjennomførbart
- Prisen ble over tre ganger så høy som for ny sten

Materialer og egnethet: Mursten i tegl

Demontering

- Det ble hentet mursten i tegl fra tre bygg, oppført 1916-1955.
- De to eldste riveobjektene (1916 – 1921) var murt med svak kalkmørtel og ble revet delvis selektivt,
- Det tredje bygningskomplekset (1936 – 1955) var murt med sterkere kalk-sement-mørtel, og ble revet tradisjonelt.
- «Eldre mursten i teglbygninger oppført før ca. 1925 vil normalt være murt med en ren kalkmørtel med begrenset fasthet og som lett lar seg frigjøre fra rivingsmursten i teglen uten spesielt maskinelt utstyr. Murbygg oppført før 1925 vil derfor nesten uten unntak være aktuelle objekter for gjenbruk av rivingsmursten i tegl, vil etter forholdene gi lave rive- og rengjøringskostnader.»
- Bygningenes alder avgjørende for mursten i teglets gjenbruksmuligheter
- «Først etter 1925 ble sement i større utstrekning tatt i bruk som bindemiddel i sementblandete kalkmørtler, KC-mørtler. Frem til ca. 1955 ble det fortsatt benyttet relativt svake blandinger i kombinasjon med våtlesket kalk. For murbygg oppført i perioden 1925 - 1955 kan det derfor fortsatt være mulig å frigjøre rivingsmursten i tegl for mørtelrester, men det bør gjennomføres prøveuttak for kontroll av mørtelens fasthet og heft mellom mørtel og mursten i teglstein.»
- «Etter 1955 ble det etter hvert mer vanlig å lage sementblandete kalkmørtler av tørrlesket kalk og i sterkere blandingsforhold enn tidligere med våtlesket kalk. Murbygg oppført etter 1955 må derfor forventes å være murt med så sterk mørtel at det ikke vil være praktisk mulig å få rensset gjenbruksmursten i tegl for mørtelrester, og dette vil uansett kreve spesiell mekanisk rengjøringsutstyr for som i dag ikke er tilgjengelig.»
- «Det vil derfor være vitalt å innhente kunnskap om byggets alder og oppføringsår som underlag for vurdering av om en mursten i teglbygning vil være aktuell for gjenbruk av mursten i tegl ved riving.»
- Liten forskjell på tradisjonell og selektiv riving. Gjenvinningsgrad
- «Teoretisk gjenvinningsgrad antas å variere mellom 5 % og 50 % av rivemassen avhengig av rivemetode og mørtelkvalitet, og krav til begrensnings av kant- og avskallingskader på steinene. Erfaringen fra rivearbeidene på Lilleborg tyder også på at de to rivemetodene økonomisk kommer likt ut. Ved selektiv riving brukes mer tid på selve rivingen og mindre tid på etterfølgende sortering, mens det ved tradisjonell riving medgår noe ekstra tid til utsorteringen.»

Bearbeiding

To alternative løsninger ble testet ut:

- Overflateimpregnering av mursten i teglstein med ulike silikat-baserte preparater
- Ombrenning av mursten i teglstein

Impregneringen viste seg for dyr.

Ombrenning var positivt, i det av man kunne oppgradere dårligere murstein til sikker fasadestein, men det skapte store utslipp og kostnader fordi brenningen foregikk i Danmark.

I tillegg ble steinen sortert, rensset og pallet, manuelt:

«3 - 4 mann hadde jobben med utsortering, rensing og palling av gjenbruksmursten i tegl. All rensing foregikk manuelt, i knesittende stilling og kun med hjelp av murhammer, og i relativt støvbelastet luft pga. oppvirvling av mørtelstøv fra rivemassene. Såvel arbeidsoperasjoner som arbeidsbetingelsene må karakteriseres som uakseptable i henhold til dagens arbeidsmiljøkrav.»

Dokumentasjon av egenskaper

Visuell vurdering:

- Format (lengde, bredde, høyde)
- Klang
- Farge

Ikke-destruktiv prøving av fysisk målbare materialparametre som:

- densitet ρ (kg/m³)
- vannabsorpsjon w (vekt-%)
- minuttsug s (kg/m²·min.)
- porefyllingstall pf (-)

Materialparametrene bestemmes etter NS 3000 - Mursten i teglstein (1967).

Mursten i teglsteinenes trykkfasthet kan med rimelig nøyaktighet bestemmes som en funksjon av målt densitet, basert på normal sammenheng mellom densitet og trykkfasthet etter eksempelvis NS 3000 – Mursten i teglstein

Ombrukseksempler

Lilleborg fabrikker – 2001. Aktører: Sivilingeniør Finn Madsø AS, NCC (Entreprenør?), Murmester Rolf Holm A/S, STS AS Keim Norge (Silikatpreparater)

Prosess:

- **Dokumentasjon av nåsituasjon.**
- In situ tilstandsregistrering av eksisterende bygg/riveobjekt og ev. frostskaider i mursten i teglfasadene. Tidsbestemmelse. Konstruksjonsoppbygging (yttervegger, innervegger). Pusset i Upusset fasade. Mursten i tegl kvalitet og frostmotstandsevne. Ombrenning?
- Mørtelkvalitet og ev. rengjøringsproblemer. Konsekvens mht. valg av rivemetode Rivemengder / Økonomiske rivemengder i fht. dokumentasjonskrav.
- Gjenbruksalternativer (pusset/upusset, innvendig/utvendig bruk, bærekonstruksjon/forblending)
- Prøveuttak og kvalitetskontroll av mursten i teglstein. Prøvemethoder
- Prøveuttak før / under rivefasen?

- Prøveuttak fra 2-3 uttakssteder pr. riveobjekt. Hullslaging gjennom ytterveggen for prøveuttak av stein fra både ytterside og innerside. Minst 2 prøveserier a 10 stein - en fra hver side av ytterveggene. Ev. prøveuttak fra innvendige skillevegger.
- Merking av stein ved uttaket.
- Kvalitetskontroll - dimensjoner, densitet, minuttug, vannabsorpsjon, porefyllingstall ihht. NS 3000. Bestemmelse av frostmotstandstall.
- Kontroll av trykkfasthet i hht. NS 3000 (destruktiv), ev. vha. ultralyd (ikke destruktiv).
- Frosttest etter NS 3000.
- **Riving**
- Entrepriseform og kontraktsforhold.
- Rivemetoder og prosedyre for sortering av rivemasser. Avfallsplan. Deponiavgifter.
- Sortering og rensing av gjenbruksmursten i tegl
- Entrepriseform og kontraktsforhold.
- Tilrettelegging av rengjøringsprosessen. Maskinelt hjelpeutstyr. Arbeidsmiljøforhold. Sortering. Utsortering og rengjøring, merking, palling og lagring av gjenbruksmursten i tegl. Utsorteringskriterier. Krav til rengjøringsgrad. Kunnskapsbehov hos utførende personell. Produktivitet og enhetskostnader.
- Forbedring av gjenbruksmursten i teglets frostmotstandsevne
- Ombrenning. Innhenting av pristilbud. Tidsaspekt.
- Overflatebehandling. Preparater, priser og effekt. Miljøhensyn.
- **Prosjektering.**
- Byggeteknisk utforming og resulterende miljøbetingelser for gjenbruksmursten i tegl.
- Kriterier for utforming av mursten i teglfasader murt av gjenbruksmursten i tegl.
- Vangetykkelser (½-stein, I-stein). Upusset/ Pusset I Slemmet/ Malt. Beslag og takutstikk. Krav til varmeisolering. Miljøklasse.
- **Byggeprosess**
- Mørtelvalg, kontroll av samvirke mørtel/gjenbruksmursten i tegl. Forvanning av mursten i teglstein. Fasaderengjøring etter oppmuring.

Tabell 3.2.1 Teglstein - Kvalitetskrav etter NS 420 (1944)

Egenskaper		Brenningsgrader				
		AE	A	B	C	D
Trykkfasthet, min.verdi (kp/cm ²)	Middel av 5 stein	600	450	325	225	150
	Indiv. minimum	330	250	180	125	85
Romvekt ¹⁾ (kg/dm ³)	Middel av 5 stein (Forslag til NS 420)	2,1 - 2,4 (2,15)	1,9 - 2,2 (2,0 - 2,15)	1,7 - 2,0 (1,85 - 2,0)	1,6 - 1,9 (1,7 - 1,85)	1,6 - 1,9 (1,6 - 1,7)
Klang		Høy,skarp og ren	Høy og ren	Ren	Kan være dempet, uren	Kan være dempet, uren
Vannoppsuging, maks.verdi (vekt-%)	Middel av 5 stein	5	10	17	Min. 10	-
	Indiv. maksimum	10	15	22	-	-
Porefyllestall ²⁾	Middel av 5 stein	0,80	0,80	0,80	-	-
Frostbestandig		Helt	Helt	Helt	Intet krav	Intet krav
Kalksprengning		Ingen	Ingen	Ingen	Uvesentlig	Uvesentlig
Saltutslag ³⁾		Ikke nevnev.	Ikke nevnev.	Ikke nevnev.	-	-
Format ⁴⁾	Lengde (mm)	222 ± 8	228 ± 8	230 ± 8	233 ± 8	237 ± 8
	Bredde (mm)	106,5 ± 4,5	109 ± 4,5	110 ± 4,5	111,5 ± 4,5	113 ± 4,5
	Høyde (mm)	63 ± 3	64,5 ± 3	65 ± 3	66 ± 3	67 ± 3
Farge ²⁾	(Veiledende)	Blårod, sort	Mørkerod	Rod	Lyserod	Gulrod

¹⁾ Romvektene (densitetene) er veiledende, normale verdier for stein med midlere trykkfasthet som angitt for de ulike brenningsgrader.

²⁾ Angitte tall tjener bare til veiledning og er ikke bindende.

³⁾ Hvis steinen ved prøving viser nevneverdig saltutslag, skal den i alminnelighet godtas hvis leverandoren ved henvisning til bygg hvor den samme stein har vært benyttet, kan gi full garanti for at saltutslaget bare er forbigående og snart vil forsvinne av seg selv uten å skjemme murverket, forutsatt at det ikke brukes mortel som kan gi saltutslag.

⁴⁾ Som middel for 5 stein målt som angitt i NS 422 avsnitt 1, pkt. 2. - Hvis det for spesiell fasadestein er nødvendig med mindre toleranser for lengde, bredde og høyde, må skriftlig krav herom stilles ved bestillingen. Tallene skal dog ligge innenfor yttergrensen som bestemmes ved tabellens tall.

CE-merking

CE-merking var ikke et tema i 2001.

1.4 Oppsummering

Denne litteraturstudien er den første og forberedende delen av rapporten *Forsvarlig ombruk av byggevarer*.

Retningslinjene for forsvarlig ombruk i dag ligger i det eksisterende regelverket for bygg og byggematerialer. Her har vi valgt å fokusere på de generelle forskriftene og forordningene Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK), Byggevarerforordningen, og Byggteknisk forskrift (TEK17). Vi har også sett på interne notater og presentasjoner for å få et innblikk i intensjoner o.l.

De fleste tekstene i litteraturstudien er generelle tekster om ombruk av byggevarer. Noen av disse går i dybden rundt problemstillinger for flere materialer, og vil kunne brukes i det videre arbeidet med disse materialene. Andre er mer generelle og mindre relevante for oss, men kanskje mer inspirerende og interessante som allment lesestoff.

Noen av tekstene vurderer bare en produktkategori, eller hovedsakelig bare en produktkategori, for ombruk. Disse er samlet under *Materialspesifikke tekster om ombruk*.

Stålbransjen i Nord Europa er i ferd med å utvikle prosedyrer og systemer for ombruk av bærende stålkonstruksjoner. Dette arbeidet er pågående og vi har tatt med noen av de nyeste og viktigste i litteraturstudien. En generell trend er at problemstillingen rundt CE-merking blir ansett som løst gjennom gjeldende regelverk, men at det foreløpig mangler praktiske eksempler på gjennomførte prosjekter.

Betongprodukter er nevnt i flere av de generelle tekstene, men er bare representert i en materialspesifikk tekst i litteraturstudien. Denne teksten, og det samlede inntrykket, er likevel så lovende i beskrivelsen av en slik prosess at vi vurderer det som interessant å se videre på ombruk av brukte hulldekker i betong. Når vi også vet at det pågår praktisk arbeid med ombruk av betonghulldekker i Oslo i dag, har vi valgt ut ombruk av hulldekker av betong som en av de utvalgte produktene i det videre arbeidet.

I arbeidet med litteraturstudien har vi funnet lite relevant informasjon om ombruk av treverk og treprodukter. Treverk er stort i masse, og derfor utslipp, men mindre energiintensivt enn stål, betong og mursten i tegl. Vi kommer sannsynligvis ikke til å fokusere på ombruk av treverk som en konsekvens av en kombinasjon av dette.

Mursten i teglstein er et typisk ombruksprodukt som er modulært, og eksempelet fra Lilleborg er svært godt dokumentert. Hvis vi kan hente ut mer informasjon, gjennom intervjuer etc. ift Gamle Mursten i Danmark, som tester og redokumenterer ombrukt mursten i teglsten, og Lendager Group, som tar ut felter av nyere, brukt mursten og lager fasadekomponenter av dem, vil mursten i tegl kunne være et godt dokumentert fokusområde å se videre på.

Videre arbeid

I det videre arbeidet vil vi fokusere på et mindre utvalg materialer, basert på det vi har funnet her i litteraturstudien og hva vi har fått signaler om at kan finnes av informasjon der ute. Det vil blant annet utføres dybdeintervjuer med ressurspersoner, besøk til bedrifter og bygg, og oppfølging av pågående prosjekter som er relevante for rapporten. Vi vil også sammenligne vurderinger og påstander i kildemateriale, og praksisen som viser seg i eksemplene, opp imot teksten i regler og forordninger. Foreløpig er de utvalgte materialene, eller produktene, disse: bærende stål (konstruksjonsstål), hulldekker i betong, mursten i tegl (mursten og fasadeelementer), og vinduer/glass. Det vil også undersøkes hvorvidt forskjellige former for treverk teoretisk sett kan ombrukes uten dokumentasjon av egenskaper.

På vegne av arbeidsgruppa,
Lasse Kilvær, Resirqel AS, prosjektleder *Forsvarlig ombruk av byggevarer*.
Oslo, 1. juli 2019