

# O M K A S T

en tekst om ombruk



---

Elise Gaare Ytterstad

masteroppgave i arkitektur våren 2018

AAR 4990 NTNU

# OO

---

## INNLEDNING

Bakgrunnen for denne teksten er at jeg ønsker å sette meg selv, som diplomstudent, bedre inn i temaet ombruk. Jeg vil bruke tekstarbeidet som et verktøy for å forstå hvorfor vi bør ombruke, hvordan vi kan ombruke og med hva?

Vi tilnærmer oss ombruk av byggematerialer i veldig liten grad i løpet av studiene. Det er et tema jeg mener behøver større fokus spesielt fordi det er et emne som ikke er særlig synlig i det store bildet.

Som jeg tidligere har argumentert for i forarbeidet mitt, handler ombruk mye om en omstilling innenfor byggebransjen og for folk flest. Det må bli et tema vi snakker om.

Jeg vil bruke denne teksten for å øke min kunnskap om temaet, med et ønske om å bli del av ombruksdiskusjonen i Norge.

Jeg har tatt særlig utgangspunkt i masteroppgaven til Rebecca Saxe Moldekleiv og Maria Eileen Towers Mynors ved NMBU, Gjenbruk av bygningskomponenter og -materialer, våren 2017, og satt meg inn i deres primærkilder.

# 01

---

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>00</b>	Innledning		s. 2
<b>01</b>	Innholdsfortegnelse		s. 4
<b>02</b>	Sammendrag		s. 6
<b>03</b>	Begrepsforklaring		s. 8
<b>04</b>	<b>HVORFOR</b> ombruke?	.1 Tilrettelegge for framtidig ombruk	s. 10
		.2 Ombruke det vi allerede har	s. 16
		.3 Being less bad is no good	s. 20
			s. 24
<b>05</b>	<b>HVORDAN</b> ombruke?		s. 26
		.1 Designprossessen	s. 28
		.2 Forbilder/referanser	s. 34
<b>06</b>	<b>MED HVA</b> kan vi ombruke?		s. 42
		.1 Materialguide for ombruk	s. 44
		.2 Avfallsfraksjoner	s. 46
		.3 Vinduer og glass	s. 48
		.4 Teglstein	s. 50
		.5 Betong	s. 52
		.6 Trevirke	s. 54
		.7 Taksten	s. 56
		.8 Plast	s. 57
		.9 Metall	s. 58
		.10 Gips	s. 60
		.11 Varmeisolasjon	s. 61
<b>07</b>	Diskusjon		s. 62
<b>08</b>	Kilder		s. 64

# 02

---

## SAMMENDRAG

Det er to tiltak vi må gjøre innenfor nybygg, begge gjensidig viktige:

Det ene er at vi må begynne å tilrettelegge for fremtidig ombruk når vi designer nytt og det andre er å **ombruke ressursene i det vi allerede har bygd.**

Hva gjelder det andre står vi overfor store utfordringer i forhold til økonomi, HMS-spørsmål og regelverk. Når den konvensjonelle designprosessen snus og vi designer ut fra hva vi allerede har til rådighet vil en stor innsats gå til å løse disse utfordringene og det er lett at vinninga går opp i spinninga.

Men kanskje kan vi forenkle denne prosessen ved å se på utfordringene i et større perspektiv i stedet for som enkeltprosjekter, og lage et system som tilrettelegger for ombruksdesign.

Vi vil kunne spare miljøet for overdrevet råvareuttak og som bieffekt vil nye arbeidsplasser kunne oppstå i dekonstruksjon av bygninger, dokumentasjon av materialer og tilrettelegging for ombruk. Dersom det gjøres en innsats i å utvikle fleksible systemer

som tilrettelegger for ulike materialtyper og dimensjoner, er det grunn til å anta at ombruksdesignprosessen ikke vil bli mer krevende enn å designe med nye materialer og vi vil kunne bevare både historie, patina og ressurser på en forsvarlig måte.

Ulike materialer har ulikt potensiale for ombruk og produksjonsprosessen har også ulik påvirkning på miljøet. Det finnes derfor enkelte materialer det er viktigere å ombruke i første runde, eller bedre sagt, som vi ikke burde produsere nytt av. De resterende materialene bærer lik verdi i form av historie og uttrykk, men kan suppleres med nye materialer der det er nødvendig som er tilrettelagt for framtidig ombruk i neste runde.

# 03

## BEGREPSFORKLARING

Det kan være vanskelig å orientere seg i et tema der de samme uttrykkene blir brukt om hverandre. Jeg har derfor laget en kort liste over hvordan jeg kommer til å bruke ulike begreper i prosjektet.

### **Dekonstruksjon / Selektiv riving**

Materialer/bygningsdeler demonteres og avfall sorteres med henblikk på størst mulig ombruk og gjenvinning og minst mulig deponering. (Norsas AS. 1999)

### **Deponering**

Endelig plassering av avfall på fyllplass. (Rådet for teknisk terminologi 1986)

### **Downcycling**

Realiteten av resirkulering; kvaliteten til materialet reduseres over tid. (McDonough, W og Braungart, M. 2002)

### **Gjenbruk**

Nyttiggjøring av materialer og andre restprodukter ved både ombruk og resirkulering. (Leland, B.N. 2008)

### **Gjenvinning**

Utnyttelse av avfall slik at materialet beholdes helt eller delvis. (Leland, B.N. 2008)

### **Jomfruelig materiale**

«Nytt» material etter første tilvirkningsprosess, dvs. et material som ikke har vært i bruk i noe produkt tidligere. (Byggemiljø, 2017)

### **Miljøkartlegging**

Kartlegging av bygningskomponenter med innhold av helse- og miljøskadelige stoffer i riveobjektet. (Norsas AS. 1999)

### **Mobilitet**

Uttrykk for strukturer som kan demonteres for samme bruk på et annet sted. (Leland, B.N. 2008)

### **Ombruk**

Ny utnyttelse av et produkt i sin opprinnelige form. (Leland, B.N. 2008)

### **Sirkulær byggebransje**

En byggebransje uten avfall. Brukte materialer blir ansett som en ressurs, og blir enten rehabilitert, oppsirkulert, ombrukt eller ned-sirkulert. Nye bygg settes opp med brukte materialer og materialflyten blir analysert i et helhetlig perspektiv. Klimagassutslipp minimeres. (Kilvær, L. Myhre, K. og Widenoja, E., 2017)

### **Sirkulærøkonomi**

En sirkulær økonomi er basert på gjenbruk, reparasjon, oppussing/forbedring og materialgjenvinning i et kretsløp hvor færrest mulig ressurser går tapt (closing the loop) – og hvor produktene og ressursene de består av blir høyt verdsatt. (*Regjeringen.no*, 2016)

### **Vugge til vugge**

Å gå fra lineære verdikjeder til sluttede kretsløp.

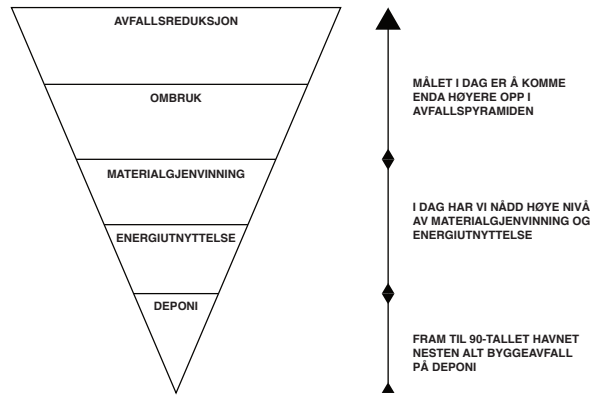
# 04

---

## HVORFOR OMBRUK?

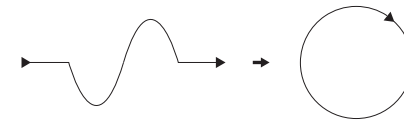
A large line drawing of a person wearing a hard hat. A speech bubble is positioned above the person's head, containing the text "Fordi god arkitektur ikke trenger å gå på bekostning av klimaet på kloden vår!".

**Fordi god arkitektur ikke  
trenger å gå på bekostning  
av klimaet på kloden vår!**

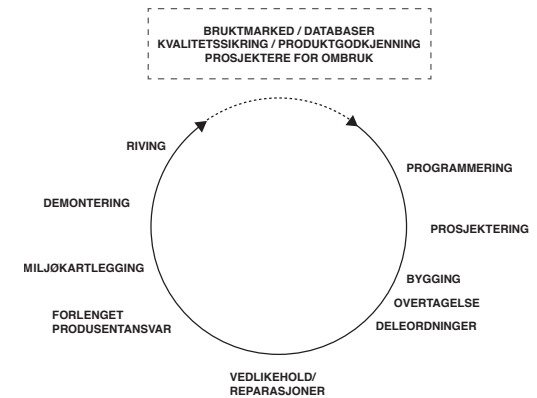


Avfallspyramiden

Avfallshierarkiet i EUs rammedirektiv for avfall spesifiserer at vi skal klatre høyere opp i pyramiden og lage mindre avfall og bruke ting om igjen. (Rammedirektivet for avfall, 2008)



Fra Lineær til sirkulær økonomi



Sirkulær byggebransje

I følge Anne Sigrid Nordby i Asplan Viak mangler vi tre tiltak for å koble sammen sirkelen og skape en sirkulær byggebransje i Norge:

1. Et bruktmarked / digital database for omsetning av brukte byggematerialer.
2. Kvalitetssikring / produktgodkjenning som gjør at en produsent kan stå ansvarlig for de ombrukte materialene.
3. Hvordan prosjektere bygg slik at dette blir enklere neste gang? Design for fremtidig ombruk.

(Nordby, 2017)

Det er to tiltak vi må gjøre innenfor nybygg, begge gjensidig viktige:

Det ene er at vi må begynne å **tilrettelegge for fremtidig ombruk** når vi designer nytt og det andre er å **ombruke ressursene** i prosjekter vi allerede har bygd.





# 04.1

---

## TILRETTELEGGING FOR FRAMTIDIG OMBRUK

Det første tiltaket er å designe for fremtidig ombruk. Dette er noe vi i Norge har gått sterkt bort fra de siste hundre årene.

*“The last century may be regarded as an experimental period of construction. Whereas earlier architectural epochs and most vernacular traditions are based on reuse of building material, the last century stands out as a period of un-salvageable structures. Laminated constructions, fixed installations and the use of more than 100 000 different building materials are factors that make salvage prohibitive in current building. (...) The consequences are found in both ends of the material flow through the building industry, and include pressure on new raw material as well as large amounts of waste.” (Nordby et al., 2008, s. 113).*

Nye, sammensatte materialer gjør det vanskelig å dekonstruere bygg i stedet for å rive dem, og materialer har bare en levetid tilsvarende det kortest varige elementet det inneholder. I land med knappere tilgang på ressurser, er de ofte flinkere til å ombruke det de har. Dersom begrunnelsen for at vi ikke gjør dette i Norge er at det krever mer arbeidskraft og blir dyrere, hvorfor skal ikke

akkurat vi, verdens rikeste land, sette et bedre eksempel?

Én måte å tilnærme seg temaet er “salvageable component design”. I rapporten “Salvageability, implications for architecture” skrevet av Nordby, Hakonsen, Berge og Hestnes argumenterer forfatterene for hvordan et tektonisk design kan være bærekraftig fordi det tar utgangspunkt i materialet som en egen enhet. De nevner 7 hovedpunkter for hvordan et slikt design kan tilrettelegge for fremtidig rebruk: Fleksible koblinger, begrenset materialutvalg, varig design, høy generalitet, passende laginndeling og tilgjengelig informasjon (Nordby et al., 2008, s. 116)

*“Viewing the component as a merger of technological and aesthetic challenges, the tectonic approach acknowledges the logic of the materials as a premise for architectural design.” (Nordby et al., 2008, s. 127)*



*"Lafta tømmerhus, Nordvestlandet"*

Ombruk er ingen nyhet. Å ombruke bygningsdeler var en nødvendighet i tradisjonell byggeskikk i Norge. Ta for eksempel laftede tømmerhus, de har høy mobilitet; kan enkelt demonteres, flyttes og settes opp igjen etter behov.

# 04.2

---

## OMBRUKE DET VI ALLEREDE HAR

Her kommer det andre tiltaket inn: vi kan dra nytte av bygningsmassen vi har satt opp de siste 100 årene. Vi må finne en måte å bevare ressursene som finnes i eksisterende bygg for å ikke la de gå tapt. Det mest åpenbare er transformasjon av eksisterende bygninger. Men der dette ikke lar seg gjøre, og vi ikke kommer unna riving, kan vi legge til rette for best mulig dekonstruksjon og ombruk av materialene i nye prosjekter.

### Hvorfor så mye avfall?

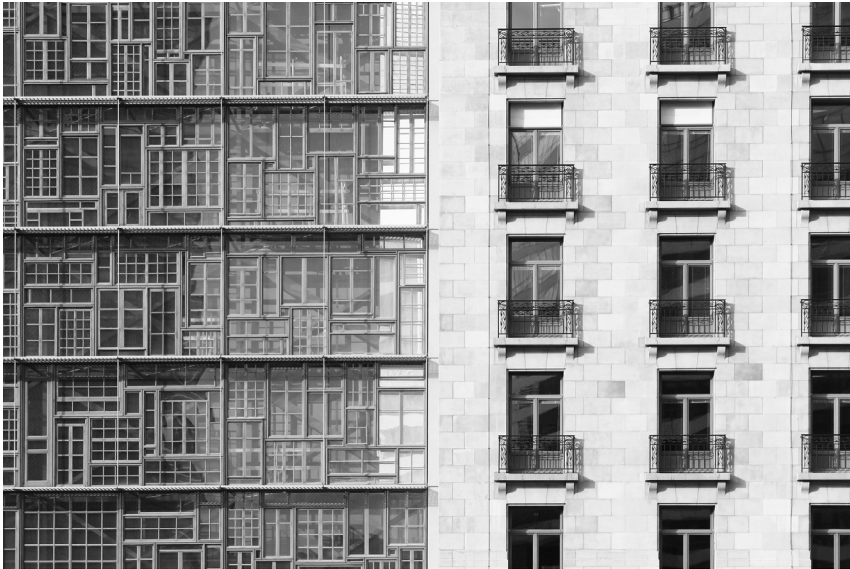
I motsetning til mange andre europeiske land, gjør skatteinsentiver det økonomisk gunstig for nordmenn å eie eget hus. Avkastningen på investeringene er også gunstig for renovering. Dette fører til høy aktivitet på det norske eiendomsmarkedet som igjen fører til stor produksjon av bygningsavfall fra boliger. Mange av disse prosjektene er små (under 100 m<sup>2</sup>) og derfor ikke regulert når det gjelder avfallsbehandling (Bohne, R.A. og Wærner, E.R. 2014, s. 91).

### Eksempler

Det er derfor et behov for et tilbud der folk kan donere byggematerialer de, og som samtidig viser hva det kan bli av dem i fremtiden. Det finnes allerede arkitektkontor som har gått inn for liknende tiltak: "ROTOR DC Store" er et prosjekt initiert av ROTOR DC i Brussel som tilrettelegger for ombruk av byggematerialer

gjennom en nettbutikk hvor du kan handle materialene.

Et annet initiativ er "Harvestmap" av Superuse Studios i Rotterdam hvor de har laget et interaktivt kart der du kan dokumentere og legge ut brukte materialer du måtte ha til gode.



*“EU Headquarters, Brüssel”*  
Fasaden er sammensatt av 3 750 ombrukte vindusrammer.

Brukte materialer bærer med seg mer enn bare materielle ressurser. Vi kan bevare minner, historie og byggeskikk gjennom å ombruke materialer fra gamle hus. Der materialene får være i sin opprinnelige form og settes sammen med omhu, forteller de oss også noe om hvor vakkert det er å bevare.

# 04.3

---

## BEING LESS BAD IS NO GOOD

Et naturlig spørsmål å stille seg er hvorfor skal vi ta på oss bryet med ombruk når vi bare kan grovsortere og materialgjenvinne? Her låner jeg en kapitteloverskrift av William McDonough og Michael Braungart i boken "Cradle to Cradle": "Why being less bad is no good".

Boken introduserer et nytt ord: "downcycling". Det er realiteten av gjenvinning: Når et produkt blir sendt til materialgjenvinning, blir kvaliteten redusert over tid. Materialet vil ikke lenger ha de samme kvalitetene som da det ble tatt fra naturen som et jomfruelig materiale. Dermed tilsettes også mer kjemikalier for å gjøre materialene brukbare igjen. Disse forsvinner ut i naturen vår og skader økosystemet ytterligere (McDonough, W og Braungart, M. 2002, s. 56-57).

Deretter forklarer McDonough og Braungart at vi må begynne å se på verden på en ny måte, det holder ikke å være "less bad", vi må begynne å se på avfall som mat, altså en næring for all framtid på kloden. Produkter vi lager skal designes fra vugge til vugge og avfall vil ikke lengre eksistere som et konsept.

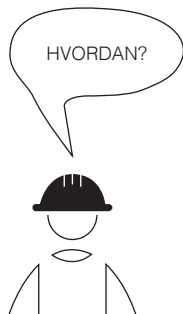
*"To eliminate the concept of waste means to design things - products, packaging, and systems - from the very beginning on the understanding that waste does not exist. It*

*means that the valuable nutrients contained in the materials shape and determine the design: form follows evolution, not just function."* (McDonough, W og Braungart, M. 2002, s. 104).

# 05

---

## HVORDAN OMBRUK?

A large, stylized icon of a person wearing a hard hat. A speech bubble is positioned above the person's head, containing the text "Med eksisterende ressurser og nytt/gammelt tankesett".

**Med eksisterende ressurser  
og nytt/gammelt tankesett**

# 05.1

---

## DESIGNPROSESSEN

Videre mener jeg vi bør utfordre den konvensjonelle designprosessen hvor arkitekten utvikler et design basert på viktige faktorer for å skape et godt prosjekt for brukeren, for deretter å kjøpe inn materialene som er nødvendige for å bygge prosjektet.

Jeg mener det er på tide at vi stiller spørsmål ved denne metoden, starter i motatt ende og igjen begynner å designe ut fra de ressursene vi har tilgjengelige, uten å la det gå på bekostning av andre viktige faktorer.

Som Sieffert, Huygen og Daudon argumenterer for i sitt essay om Sustainable Construction With Repurposed Materials in the Context of a Civil Engineering-Architecture Collaboration:

*“Unlike conventional materials, repurposed materials tend to govern the direction of the design. In other words, you build with what you have rather than purchasing the materials to construct what you want.”* (Sieffert, Y. Huygen, J.M. og Daudon, D. 2014, s. 137).

Jeg er av den oppfatning at materialene ikke trenger å bli styrende, men at de heller kan være “veiledende” og fungere som retningslinjer i designprosessen. Forfatterene nevner også andre problemstillinger som følger med denne måten å designe på, som for eksempel en risiko for kaotiske og

uestetiske strukturer som ikke er stabile. Men størst av alt påstår de er utfordringen det vil være å endre den generelle mentaliteten angående avfall og materialbruk (Sieffert, Y. Huygen, J.M. og Daudon, D. 2014, s. 128).

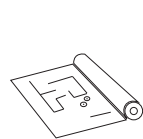
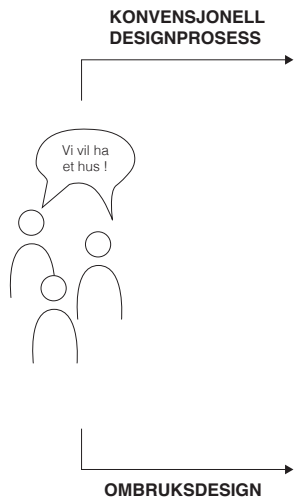
Videre mener jeg at det ikke alltid står på enkeltpersoners vilje at vi ikke lever i et mer bærekraftig samfunn. Jeg tror mange folk VIL endre hvordan de lever. Et godt eksempel er alle som legger ut byggemateriale gratis mot henting på finn.no, fordi de håper på et nytt liv til materialene sine. Vi må rett og slett bare legge til rette for det.

I denne modellen ser jeg for meg hvordan den konvensjonelle designprosessen snus opp ned og vi begynner / går tilbake til å bygge med ressurser vi allerede har til rådighet.

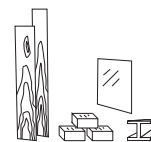
Det er klart at det er store utfordringer knyttet til økonomi, sikkerhet, regelverk etc. for å gjennomføre dette.

*Utfordringene for en videre utvikling på feltet ligger i mangel på insentiver, i det juridiske rammeverket når for eksempel tekniske egenskaper bør dokumenteres, praktiske utfordringer når det gjelder lagring, HMS-utfordringer ved demontering av farlig avfall og økonomisk ved at arbeidskostnader kan øke ved selektiv riving (Sørnes et al., 2014).*

Dersom vi ser nærmere på ombruksdesignprosessen er det det første punktet, materialer, som innebærer de største utfordringene. Under her faller blant annet dokumentasjon, dekonstruksjon, lagring og sikkerhet.



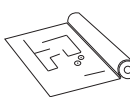
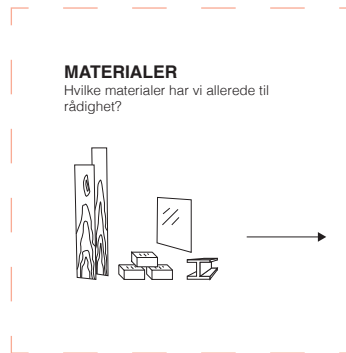
**DESIGN**  
Et design som tar hensyn til alle viktige faktorer som spiller inn for å skape et godt prosjekt.



**MATERIALER**  
Hva trenger vi for å realisere designet?



**PROSJEKT**  
Bygg som i større eller mindre grad krever jomfruelige ressurser fra jorda.





Den største utfordringen ved å bruke ombruksmaterialer i en designprosess er å dokumentere, måle opp og sertifisere materialene. Dette er ressurskrevende og vanskeliggjør ombruksprosjekter.

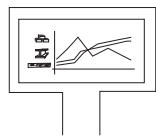
Hva ville skje dersom vi kunne tilrettelegge ved å se på systemet i en større skala?

Et ombrukssenter vil kunne dokumentere avfallsfraksjoner og rivningsobjekter på forhånd og sertifisere materialene for videre utsalg. Nye løsninger og prototyper tilrettelagt for å benytte materialer av ulike typer og dimensjoner kan utvikles og selges direkte fra senteret.

I dette scenarioet vil designprosessen for ombruksprosjekter kortes ned ved en effektivisering av dokumentasjonen av hva vi har til rådighet. Herfra vil arkitekter, designere og utbyggere kunne utvikle prosjekter basert på prototyper og fleksible løsninger slik at ikke designeren må selv måle opp og dokumentere ombruksmaterialer. Dermed vil det som en synergieffekt også oppstå nye arbeidsplasser.

### STATISTIKK

Hvilke materialer har vi?



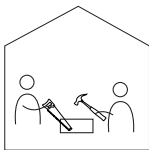
### POTENSIAL

Er de ombrukbare? Potensiale for ombruk veies opp mot ny produksjon.



### SENTER FOR OMBRUK

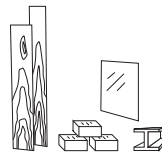
Utvikle fleksible løsninger som gjør det mulig å benytte ulike materialtyper og dimensjoner.



## UNIKE OMBRUKSPROSJEKTER

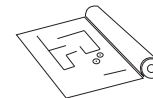
### MATERIALER

Hvilke materialer har vi til rådighet? Oppmåling, dokumentasjon.



### DESIGN

Et design som kommer som et resultat av de ressurser vi allerede har til rådighet.



### PROSJEKT

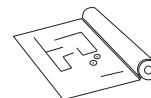
Bygg som ikke krever jomfruelige ressurser.



## OVERFØRBARE OMBRUKSPROSJEKTER

### DESIGN

Et design som kommer som et resultat av de ressurser vi allerede har til rådighet.



### PROSJEKT

Bygg som ikke krever jomfruelige ressurser.



# 05.2

---

## FORBILDER / REFERANSER

Siden jeg ikke er den første til å engasjere meg innenfor dette temaet, vil jeg trekke fram noen pilotprosjekter i ombruk av byggematerialer.

I SINTEFs rapport *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer* (Sørnes et al., 2014, s. 3) nevner forfatterene at det finnes en rekke nyere eksempler på ombruk i Norge (Pilestredet Park, Helen&Hard-prosjekter, Powerhouse, Stavneblokka) og i utlandet.



*"Ressourceraekkerne"*

Lendager group, Danmark

Fasaden består av ombrukte teglsteinslementer som er skjært ut i blokker for ikke å ødelegge murstenene ved demontering.



*"Powehouse Kjørbo"*

Snøhetta/Asplan Viak/Sapa/Skanska/Zero/Entra, Norge

Fasadeglass fra 1980-tallet ble ombrukt i nye kontorskillevegger ved oppgradering av Powehouse Kjørbo i Sandvika.

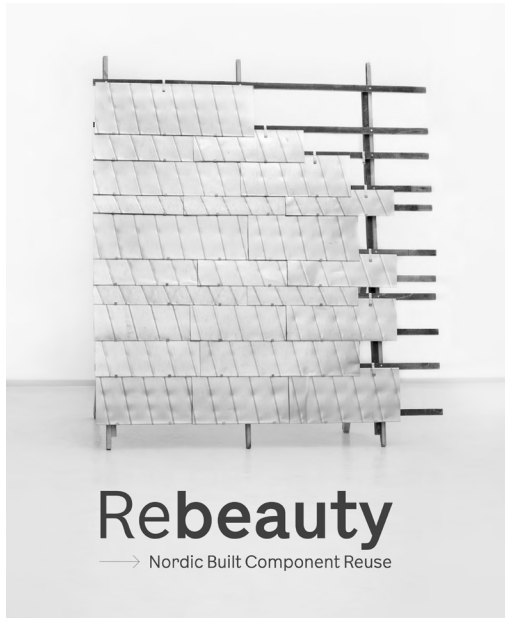


*"Brighton Waste House"*

BBM Architects, Storbritannia

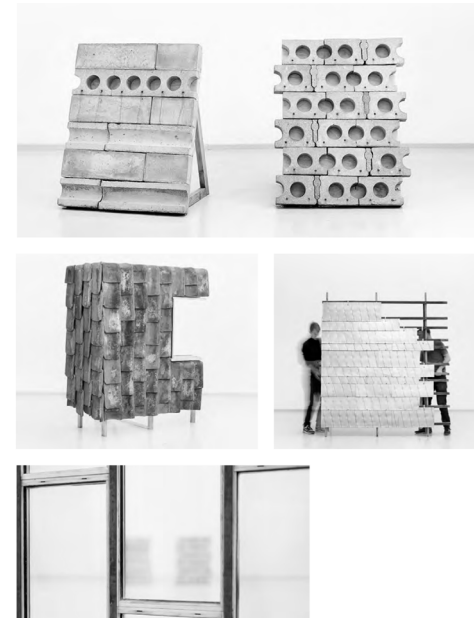
Huset er laget av mer enn 85% avfall og fungerer som designverksted og forskningscenter for Brighton University, Faculty of Arts. Alt fra tannbørster til kassetter er brukt som isolasjon i veggene.





*"Rebeauty - Nordic Built Component Reuse"*

Vandkunsten og Asplan Viak har i samarbeid utarbeidet en rapport om ombruk hvor de har testet ut ulike prototyper der brukte materialer blir til bygningelementer som de ikke var i utgangspunktet.



*"Rebeauty - Nordic Built Component Reuse"*

Etasjeskillere i betong, taksten og ventilasjonskanaler kan også for eksempel fungere som fasadekledninger.

# 06

---

MED HVA KAN VI OMBRUKKE?



# 06.1

## MATERIALGUIDE FOR OMBRUK

I rapporten *Prosjektering for ombruk og gjenvinning* skrevet av Bente Nuth Leland skriver hun at nybygging, rehabilitering og riving årlig gir 1,24 millioner tonn avfall. Materialer som er mest aktuelle for ombruk/gjenvinning vil være materialer med høy råvarepris, lang teknisk levetid og som ut ifra en miljøvurdering bør ha lang levetid før materialet avhendes (Leland 2008).

For at ombruk skal ha en viss generalitet må det finnes tilstrekkelig av det samme materialet av gjentakelsesårsaker slik at det lønner seg å legge ekstra tid ned i å prosjektere nye måter å benytte materialet på. I tillegg vil transportfaktoren spille ulikt inn for ulike materialer avhengig av vekt og volum til materialet. Men som jeg senere vil vise til, skal det store strekninger til før miljøgevinsten av ombruk forsvinner.

Med utgangspunkt i disse punktene vil følgende materialer bli vurdert for ombrukspotensial i denne materialguiden: Vinduer/glass, teglsten, betong, trevirke, metall, plast, gips og varmeisolasjon.

Denne materialguiden tar for seg det generelle ombrukspotensialet til ulike materialer og ser ikke nøyere på enkelte bygningselementer. Jeg vil derfor nevne at det er viktig at materialene vurderes

enkeltvis. I følge *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer* skrevet av Sørnes, Nordby, Fjeldheim, Hashem, Mysen og Schlandbusch bør følgende vurderinger gjøres:

- Finnes det FDV-dokumentasjon eller prosjekteringsgrunnlag som kan studeres? (for enkel demontering og remontering)
- Er det mulig å demontere uten skade?
- Hvordan er komponenten med tanke på dimensjonering og vekt?
- Hvilke påførte belastninger har vært under bruk og har det ført til deformering?
- Hvilke påførte belastninger vil forekomme under demontering og frakt?
- Er det korrosjonsskader (metall/betong), forringelse av fukt (trevirke) eller andre typer skader på materialet?
- Inneholder det miljøfarlige stoffer?
- Finnes det en HMS-risiko ved demontering og remontering?

# 06.2

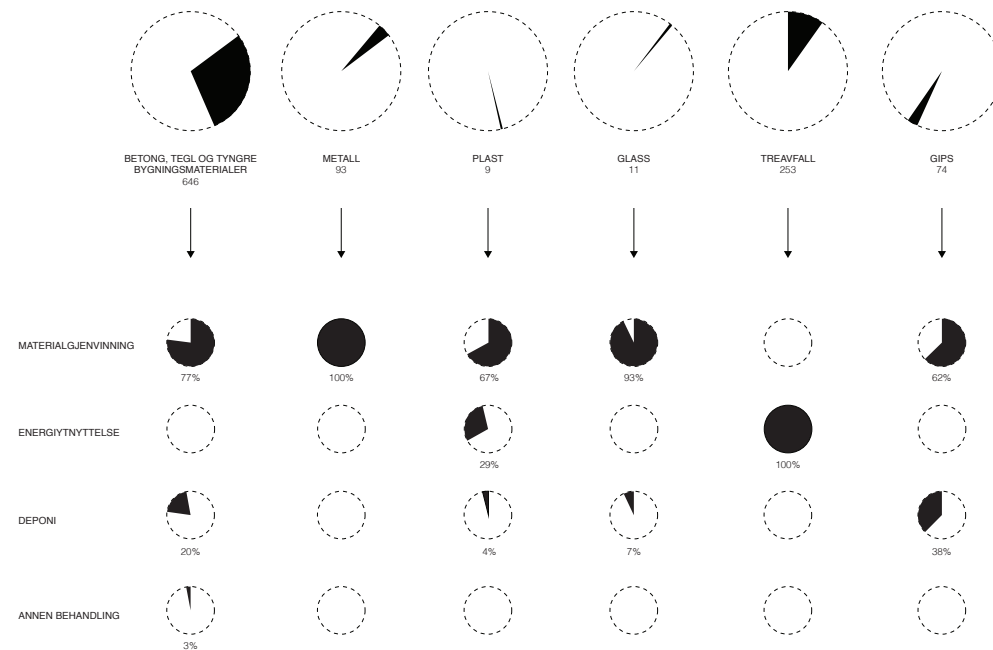
## AVFALLSFRAKSJONER

Ut ifra tallene fra SSBs avfallsstatistikk fra 2017 kan vi se at det er en relativt høy prosentandel av de følgende materialene som blir enten materialgjenvunnet eller sendt til energiutnyttelse.

Tallene er vesentlig høyere enn for bare noen år siden da det har vært et stort fokus på resirkulering i Norge i det siste. Men kan vi si oss fornøyde med denne statistikken når vi ser på mengden avfall som kommer inn hvert år? 2581 000 tonn.

### AVFALLSMENGDEN I NORGE FRA BYGG- OG ANLEGGSEKTOREN TOTALT 2581

Forurensede fraksjoner inngår ikke i de utvalgte materialene under.  
Benevnning /1000 tonn



Tall hentet fra SSBs avfallsstatistikk november 2017.  
<https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikk/avfall/byggenet>  
(28. desember 2017)



# 06.3

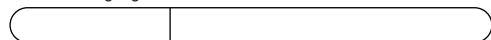
## VINDUER OG GLASS

Glass har relativt høye utslipp pr m<sup>2</sup> sammenlignet med andre fasadematerialer. Dette gjør ombruk ønskelig fra et miljøperspektiv (Bramslev 2016).

eks. karbonlagring



inkl. karbonlagring



-25,0  
kg CO<sub>2</sub> ekv/m<sup>2</sup>

0,0

+50,0

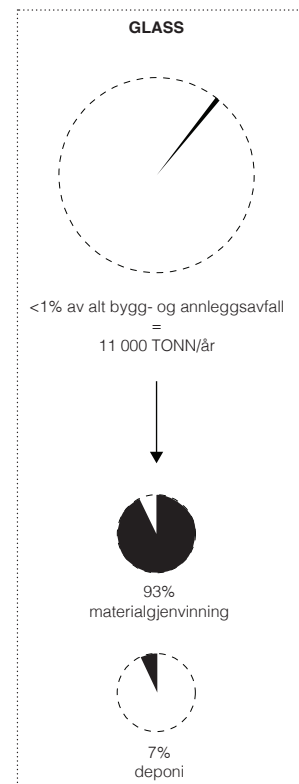
GLASS

Som vist i grafen til høyre (med tall fra SSBs avfallsstatistikk), blir hele 93% av alt glassavfall materialgjenvunnet.

Glass kan enkelt resirkuleres, og klimagassutslipp for resirkulert glass er lavere enn for ny glass. Resirkulert glass har imidlertid lavere kvalitet og kan ikke benyttes der det er høye krav til klarhet i glasset, for eksempel vinduer, men bør vurderes ved bruk av glass som kledningsmateriale. Direkte ombruk av glassflater kan opprettholde glasskvalitet og minimere klimagassutslipp (Bramslev 2016).

Ombrukspotensialet til vinduer avhenger av hvor enkle de er å demontere, U-verdien til komponentene og om de inneholder miljøfarlige stoffer (Sørnes et al. 2014). Dersom U-verdien eller lydkrav for vinduer ikke oppfylles, kan de for eksempel benyttes som innvendige glassvegger. (Saxe Moldekleiv, Towers Mynors. 2017). Dette gir fleksibilitet i potensielle løsninger for ombruk. En annen løsning som praktiseres i eldre bygninger er å supplere eldre vinduer med en ekstra rute for tilfredsstillende isolasjon (Sørnes et al. 2014).

Når det gjelder ombruk av glass er det viktig å huske at de aller fleste vinduer inneholder miljøfarlige stoffer og bør håndteres forsvarlig. PBC-holdige vinduer er alltid farlig avfall og skal ikke ombrukes (Enova 2014 fra Sørnes et al. 2014).



# 06.4

## TEGLSTEIN

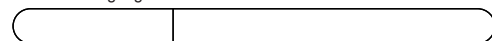
Teglstein er et robust materiale med lang levetid og en energikrevende produksjonsprosess som gir et stort besparingspotensial både økonomisk og miljømessig for ombruk (Sørnes et al. 2014). Ombrukspotensialet avhenger av tekniske egenskaper, men teglstenen er fleksibel i form av at man kan benytte den til andre ikke-bærende elementer dersom den ikke er frostsikker eller ikke har tilstrekkelig trykkfasthet.

I følge gamlemursten.dk. sparer én ombrukt teglsten miljøet for 0,5 kg CO<sub>2</sub>.

eks. karbonlagring



inkl. karbonlagring



-25,0 0,0 +50,0  
kg CO<sub>2</sub> ekv/m<sup>2</sup>

I dag skjer gjenbruk av teglstein først og fremst ved knusing og bruk i fyllinger eller som tennissand (Nordby 2009).

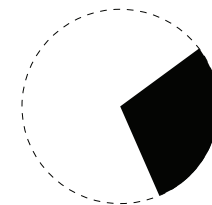
Tegl kan ombrukes som enkeltstein eller større felter. Dersom enkeltstein, bør mørtelen være svakere enn teglsteinen for å unngå ødeleggelse. Kalkmørtel er svakere enn mursteinen og lar seg demontere én for én, men etter 1960 har nesten alt murverk blitt bygd med sementmørtel. Sementmørtelen er sterkere enn mursteinen og må derfor deles inn i felter med diamantverktøy for ombruk (Sørnes et al. 2014).

Det kan være vanskelig å vite om teglsteinen er frostsikker eller trykkfast nok til å bygges over flere etasjer eller brukes i fasade uten puss. En mulighet da kan være å ombruke teglen innvendig som ikke-bærende elementer, for å øke den termiske massen (Madsø 2001 fra Sørnes et al. 2014).

Dersom det er ønskelig å gjøre brukt teglsten frostsikker, kan den ombrennes. Dette vil gjøre gi mursteinen motstandsevne på høyde med nyprodusert tegl (Sørnes et al. 2014).

Siden kalkmørtel har begrenset bruk på grunn av påkjenninger som fukt eller større mekaniske påkjenninger (Leland 2008), vil det med tanke på fremtidig ombruk være en mulighet å bruke en mørtel bestående av metakaolin og kalk som eventuelt er blandet med sand. Dette gir en mørteltype som kan erstatte de fleste bruksområdene til sementmørtelen, men som likevel gjør demontering sten for sten mulig (Leland 2008, sekundærkilde Eco-efficient Mortars).

### BETONG, TEGL OG TYNGRE BYGNINGSMATERIALER



31% av alt bygg- og anleggsavfall  
= 646 000 TONN/år



77%  
materialgjenvinning



20%  
deponi



3%  
annen behandling



# 06.6

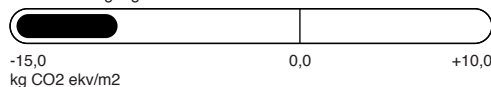
## TREVRIRKE

Ombrukspotensialet for trevirke må sees i flere sammenhenger. I følge rapporten *Anbefalinger ved ombruk av bygningsmaterialer* (Sørnes et al. 2014) finnes det et potensiale for ombruk av trevirke. Men det er flere hensyn som må tas; det kan være vanskelig å vurdere styrken til brukt trevirke, og det kan også argumenteres for at energigjenvinning har en verdi som konkurrerer med verdien av ombruk.

eks. karbonlagring



inkl. karbonlagring

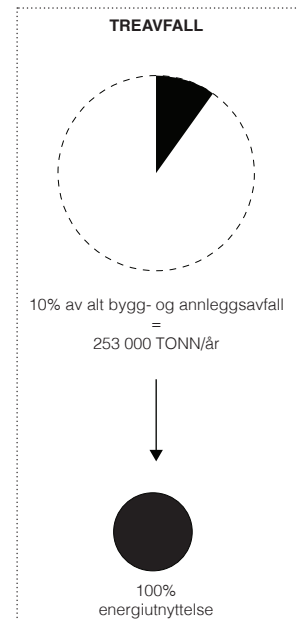


Historien viser at ombruk av trevirke var mer utbredt tidligere fordi det var mer lønnsomt å investere i arbeidstimer enn materiale. Laftede tømmerhus er et godt eksempel på det. I dag er regnestykket snudd om og det er i tillegg stor etterspørsel etter returvirke til energigjenvinning (Sørnes et al. 2014). Derfor er det lite ombruk av trevirke i Norge i dag i motsetning til for eksempel USA hvor "reclaimed lumber industry" har vært sentrale bransjeaktører siden 80-tallet (Sørnes et al. 2014).

Trevirke utgjør ca. 30-40% av samlet avfall ved riving og nybygging og såfremt virket er i god stand er det ingenting i veien for ombruk (Sørnes et al. 2014). Med tanke på argumentasjonen for at energituttelse av trevirke er viktig fordi biomasse ansees som en nødvendig erstatning for fossilt brensel i overgangen til en fornybar økonomi, kan et motargument være at det er mer ressursvennlig å ombruke om man inkluderer uttak, bearbeidelse og transport inn i karbonregnskapet (Sørnes et al. 2014).

Trevirkeelementer som Sørnes et al. nevner har spesielt potensiale for ombruk er:

- Hele og stemplede lengder av konstruksjonsvirke.
- Søylar, bjelker og dragere av limtre.
- Splittede limtretyper aom i-profiler, trefiberlameller, parallellfinér med dokumentert fasthet på bygningsdelene.
- Trefiberplater med intakt egenskap og form.
- Bygningens utvendige og innvendige kledning.
- Hele rommoduler.



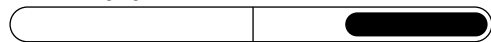
# 06.7

## TAKSTEN

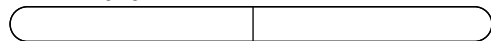
Taksten kan være av tegl eller betong men betongtaksetein har en noe kortere levetid enn takstein av tegl da belegget slites av over tid og gjør ombruk mindre aktuelt (Leland 2008).

Ombruk av tegltakstein er veldig mulig og egnet. For eksempel er etterspørselen til bruk i rehabilitering av fredede bygninger allerede stor (Leland & Svendsen 2006).

eks. karbonlagring



inkl. karbonlagring



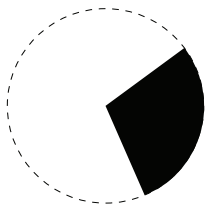
-20,0  
kg CO2 ekv/m2

0,0

+20,0

**TAKSTEIN Tegl**

### BETONG, Tegl OG TYNGRE BYGNINGSMATERIALER



31% av alt bygg- og anleggsavfall  
= 646 000 TONN/år



77%  
materialgjenvinning



20%  
deponi



3%  
annen behandling

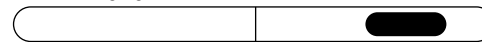
# 06.8

## PLAST

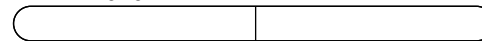
Plast er hovedsaklig egnet for energigjenvinning (Sørnes et al. 2014). Det er generelt ikke anbefalt å ombruke plast fordi det svært ofte inneholder farlige tilsetningsstoffer. Plastprodukter er også ofte forbundet til andre komponenter ved hjelp av lim og ødelegges derfor ved demontering (Saxe Moldekleiv, Towers Mynors. 2017).

Det vil derfor være viktig å tilrettelegge for ombruk i framtiden, eller generelt bruke færre plastprodukter.

eks. karbonlagring



inkl. karbonlagring



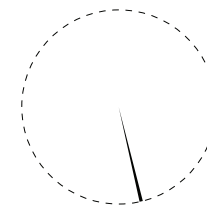
-25,0  
kg CO2 ekv/m2

0,0

+25,0

**GUMMI**

### PLAST



<1% av allt bygg- og anleggsavfall  
= 9 000 TONN/år



67%  
materialgjenvinning



29%  
energiutnyttelse



4%  
deponi





# 07

---

## DISKUSJON

Ombruk vil være fordelaktig for klimaet på jorden. Og det har vært spennende å prøve å forstå mer av systemene som ligger bak og hvordan det hele henger sammen med et mål om å nå sirkulær økonomi og å gjøre byggebransjen mer sirkulær.

Det er en lang vei å gå og et senter for ombruk vil kun være et lite skritt på vei. Men som så mange andre endringer i våre samfunn, starter det med en bevisstgjøring og å snakke om det. Dersom prosjektet *Omkast* kan være et lite bidrag i diskusjonen om ombruk vil jeg si meg veldig fornøyd. Jeg har også opparbeidet mer kunnskap om de største utfordringene innenfor ombruk og kompleksiteten i tematikken og det til sammen har gitt meg et mer realistisk bilde på hva ombruk innebærer enn før jeg satte i gang med diplomprosjektet.

Hva angår hvilke materialer vi bør ombruke med, er det i et miljøperspektiv enkelte materialer vi bør ombruke fordi de allerede er produsert og har kostet miljøet store summer å produsere slik som for eksempel tegl, betong og glass. De resterende materialene med ombrukspotensiale men med lavere utslipp bør vi heller ikke utelukke, slik som for eksempel trevirke. Det er fortsatt energibesparende og andre faktorer som historie og patina skapt over tid kan

fortsatt bevares gjennom ombruk av disse materialene.



# 08

---

## KILDER

## LITTERATUR

- Bohne, R.A. og Wærner, E.R. (2014) *Barriers for Deconstruction and Reuse/Recycling of Construction Materials in Norway*. U.S.A.: CIB Publication 397, s. 89-107.
- Bramslev, K. (2016) *Grønn Materialguide*. Grønn Byggallianse. Versjon 2.0. Tilgjengelig fra: [https://dibk.no/globalassets/publikasjoner\\_og\\_rapporter22/gronn-materialguide-v2\\_0.pdf](https://dibk.no/globalassets/publikasjoner_og_rapporter22/gronn-materialguide-v2_0.pdf) (hentet 26. desember 2017).
- Byggemiljø (2017) Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/begrepsliste/> (Hentet 13. desember 2017).
- Hradil, P. Huuhka, S. Lahdensivu, J. Pikkuvirta, J. Talja, A. og Wahlström, M. (2014), *Re-use of structural elements -Environmentally efficient recovery of building components*, TT Technical Research Centre of Finland og Tampere University of Technology: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2014/T200.pdf> (hentet 6. februar 2018).
- Kilvær, L. Myhre, K. og Widenoja, E. (2017) *DIP 15 Ombruk av konstruksjonsstål og tilhørende byggematerialer*, Norsk Stålforbund.
- Kilvær, L. (2017), Norsk Stålforbund, *Hvordan ombruke bærekonstruksjoner i stål? Hvorfor skjer det ikke og hva kan arkitekten gjøre?*, innlegg Ved Norske Arkitekters Landsforbunds kurs *Design out Waste*, 24. oktober 2017.
- Leland, B.N. (2008) *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. 1. utg. Oslo: Rådgivende Ingeniørers Forening.
- McDonough, W. og Braungart, M. (2008) *Cradle to Cradle*. London: The Random House Group.

- Nordby, A.S. (2017), Asplan Viak, *Ombruk, ombrukbarhet og endringsdyktighet, begreper innen sirkulær økonomi*, innlegg Ved Norske Arkitekters Landsforbunds kurs *Design out Waste*, 24. oktober 2017.

- Nordby, A.S. Hakonsen, F. Berge, B. og Hestnes, A.G. (2008) Salvageability, implications for architecture, *Nordic Journal of Architectural Research*, Vol. (20), No. 3., s. 111-130.

- Norsas AS. (1999) *Miljøriktig riving: et ledd i byggets kretsløp*. Oslo: Kommuneforlaget AS.  
- Rammedirektivet for Avfall (2008), <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2006/apr/rammedirektivet-for-avfall/id2432014/> (hentet 6. februar 2018).

- Regjeringen.no (2016) *Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2015/des/sirkular-okonomi/id2470468/>.

- Rådet for teknisk terminologi (1986). *Rtt 50, Ordbok for restprodukter og avfallshåndtering: norsk-tysk-engelsk-fransk-svensk*. 1. utg. Bergen: Universitetsforlaget.

- Saxe Moldekleiv, R. & Towers Mynors, M. E. (2017) Gjenbruk av bygningskomponenter og -materialer. Masteroppgave ved fakultetet for realfag og teknologi. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.

- Sieffert, Y. Huygen, J.M. og Daudon, D. (2014) *Sustainable construction with repurposed materials in the context of a civil engineering-architecture collaboration*, *Journal of Cleaner Production*, Vol. (67), s. 125-138.

- Sørnes, K. Nordby, A.S. Fjeldheim, H. Hashem, S.M.B. Mysen, M. og Schlanbusch, R.D. (2014) *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*, Oslo: SINTEF akademisk forlag.

## ILLUSTRASJONER

Øvrige illustrasjoner/foto som ikke er nevnt her er av egen opphavsrett.

- s. 22 *EU Headquarters Brussel* <https://www.dezeen.com/2016/12/16/european-union-headquarters-offices-curved-glowing-lantern-glass-box-brussels-belgium/>  
(Hentet 13. desember 2017)
- s. 35 *Ressourceraekkerne* <https://lendager.com/arkitektur/ressourceraekkerne/>  
(Hentet 13. desember 2017)
- s. 36 *PowerHouse Kjørbo* <https://www.asplanviak.no/temaer/kampanjer/kvartalet/kvartalet-nr-2-2016-vugge-til-vugge/baerekraftige-materialer/>  
(Hentet 7. desember 2017)
- s. 37 *Brighton Waste House* <https://www.dezeen.com/2014/06/19/waste-house-by-bbm-architects-is-uks-first-permanent-building-made-from-rubbish/>  
(Hentet 20. november 2017)
- s. 38 *ActLab* <http://www.bellastock.com/notre-activite/actlab/le-lieu/>  
(Hentet 6. desember 2017)
- s. 39 *Villa Welpeloo* <http://superuse-studios.com/index.php/2009/10/villa-welpeloo/>  
(Hentet 7. desember 2017)
- s. 40 og 41 *Nordic Built Reuse* <https://vandkunsten.com/wp-content/uploads/2017/02/NBCR-20170201-sml.pdf>  
(Hentet 11. mai 2018)

