

Mathias Grutle

# Ombruk av byggevarer: Ombruksanalyser av eksisterende bygg

- En case studie

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning

Veileder: Elin Hansen og Tore Haugen

Juni 2020



Mathias Grutle

# **Ombruk av byggevarer: Ombruksanalyser av eksisterende bygg**

- En case studie

Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning  
Veileder: Elin Hansen og Tore Haugen  
Juni 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for arkitektur og design  
Institutt for arkitektur og planlegging



Kunnskap for en bedre verden



# Forord

Denne oppgaven fullfører undertegnedes mastergrad i det toårige studieprogrammet Eiendomsutvikling og -forvaltning ved NTNU i Trondheim, våren 2020. Arbeidet med oppgaven strekker seg over to semestre, da det ble skrevet en prosjektoppgave om samme tema, høsten 2019. Masteroppgaven teller 30 studiepoeng, og utgjør vurderingsgrunnlaget i emnet AAR4992 *Masteroppgave i Eiendomsutvikling og -forvaltning*.

Temaet for denne masteroppgaven er ombruk av byggevarer, med fokus på hvordan ombruksanalyser av byggevarer i eksisterende bygg kan gjennomføres, for å tilrettelegge økt ombruk ved riving/rehabilitering. Det er da sett nærmere på prosess for gjennomføring av ombruksanalyse, vurderingsmetoder for å fastslå byggevarers ombrukspotensiale og hvordan man kan redegjøre for dokumentasjonskravene ved ombruk etter DOK/Byggevareforordningen og TEK17.

Underveis i arbeidet med denne oppgaven har temaet bare vokst og vokst; ombruk av byggevarer er et hett tema om dagen. I ettertid er jeg særdeles fornøyd med at jeg valgte å stupe ut i dette temaet, til tross for begrenset erfaring med det. Det har vært lærerikt, engasjerende og vært en øyeåpner for nødvendigheten av sirkulær omstilling i BAE-sektoren.

En stor takk til Statsbygg som var generøse og ga meg Elin Hansen som veileder for oppgaven. Hun har bistått med å finne relevant case-prosjekt, ordne alt det praktiske med befaring og nødvendig dokumentasjon til case-studien og har bidratt med gode tilbakemeldinger og råd til oppgaven underveis.

Jeg ønsker også å rette en takk til min veileder fra NTNU, Tore Haugen, som har bidratt med informative og konstruktive tilbakemeldinger til oppgaven. Til sist vil jeg takke programleder Geir K. Hansen og alle professorer som har bidratt til å realisere dette studieprogrammet, og således gi meg og mine medstudenter to minnerike og særdeles lærerike år på NTNU Gløshaugen. God lesning!

Trondheim, 17.06.2020

*Mathias Grutle*

Mathias G. Grutle

# Sammendrag

Dagens forbrukssamfunn er basert på en lineær økonomi: Naturressurser utvinnes, produseres og forbrukes før det kastes som avfall, i et omfang som ødelegger jordens naturlige økosystem. Dersom internasjonale målsettinger om en bærekraftig fremtid skal nås, er det bred enighet om at det må innføres en sirkulær økonomi, som sikrer full utnyttelse av ressursene man har i dag – inkludert det som i dag betraktes som avfall. BAE-sektoren er én av nøkkelsektorene i EUs handlingsplan for et sirkulært Europa, og ett av tiltakene for å oppnå en mer sirkulær BAE-sektor er å fremme ombruk av byggevarer ved riving/rehabilitering av eksisterende bygg. EUs målsetting for avfallshåndtering i medlemslandene (EØS-land inkludert) er at 70 % av avfall fra byggeaktivitet skal ombrukes eller gjenvinnes innen 2020 (Avfallsdirektivet, art. 11.2). Ifølge tall fra SSB (Statistisk Sentralbyrå) ble 42 % av byggavfall gjenvunnet og 0 % ombrukt i Norge i 2018. Et stykke unna målet, med andre ord.

Ombruk av byggevarer er et høyst dagsaktuelt tema, og barrierene ved ombruk er godt kartlagt. Blant de største barrierene er manglende informasjon om hva som er tilgjengelig av ombruksvarer i markedet, og hvordan dokumentasjonskravene ved ombruk kan etterfølges i praksis – særlig ved omsetning av byggevarer. Formålet med denne masteroppgaven er derfor å undersøke hvordan disse barrierene kan overkommes i praksis, ved å besvare følgende problemstilling:

*Hvordan kan byggevarer i eksisterende bygg analyseres for å bidra til økt ombruk i rive- og rehabiliteringsprosjekter?*

Videre er det definert tre forskningsspørsmål for å utrede de to ovennevnte barrierene, mht. (1) hvordan ombruksanalyser av eksisterende bygg kan gjennomføres, (2) hvordan ombrukspotensialet til byggevarer i eksisterende bygg kan fastslås og (3) hvordan man kan redegjøre for dokumentasjonskravene for byggevarer ved ombruk. For å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene er det valgt case-studie som forskningsdesign: Det er gjennomført en ombruksanalyse i tråd med Svanemerkets kriterier ved renovering av et rehabiliteringsprosjekt i Lillehammer, Norge, valgt ut i samarbeid med Statsbygg. Ved gjennomføring av litteraturstudie, dokumentanalyse, intervjuer/samtaler og observasjoner er det redegjort for hvordan ombruksanalyser kan gjennomføres, hvordan man kan fastslå byggevarers ombrukspotensiale ved riving/rehabilitering av eksisterende bygg samt hvordan man kan redegjøre for dokumentasjonskrav ved ombruk av byggevarer generelt, og for gitte byggevarer.

Basert på case-studien er det gitt fire anbefalinger til gjennomføring av ombruksanalyser:

1. Grundig forberedning: informasjon om byggeår, materialbruk, bærekonstruksjoner, omfang av rive/rehabiliteringsprosjektet, osv. Jo mer man vet, jo bedre forberedt er man til befaring.
2. Tilgjengelig dokumentasjon: Lag en oversikt over tilgjengelig dokumentasjon. Dette gjør arbeidet videre mer oversiktlig, og bidrar til å effektivisere ombruksanalysen.
3. Redegjør for dokumentasjonskrav: Da kan man fastslå hvilken dokumentasjon man trenger for å realisere ombruk og undersøke om man har dette tilgjengelig, slik at man får bedre tid til å fremskaffe dokumentasjon fra eksterne om nødvendig.
4. Definer vurderingskriterier tidlig: Innledningsvis kan vurderingskriteriene baseres på hvorvidt ombruk av byggevarer i praksis er mulig, eksempelvis ved å se på markedsmessige faktorer og tekniske barrierer (demontering, bearbeiding, m.m.). Analyser av økonomi og klimagassutslipp kan gjøres på et senere tidspunkt, når de realiserbare tiltakene vurderes gjennomført.

Ved vurdering av ombrukspotensiale er det mange parametere som bør hensyntas. I denne case-studien ble ombrukspotensialet vurdert basert på fem kategorier med 12 parametere:

1. Markedsvurdering: Mengde, intern bruksverdi og ekstern etterspørsel.
2. Demontering: Teknisk demonterbarhet og robusthet ved demontering.
3. Håndtering: Vekt, risiko (HMS) og robusthet ved håndtering.
4. Bearbeiding: Omfang og nødvendig utstyr.
5. Mellomlagring: Lagringsfasiliteter (plasskrevende) og beskyttelse (ute/inne).

12 byggevarer ble vurdert etter disse kriteriene. Det ble gitt score fra 1-3 for hver parameter, der 1 var best og 3 var verst. Videre ble gjennomsnittsscoren innen hver kategori beregnet, og den endelige ombruks-score ble beregnet som et gjennomsnitt av de fem kategoriens score. Vurderingene resulterte i å gi vinduer (2,1), kryssfinér (2,2) og leca blokker (2,3) lavest ombrukspotensiale i case-prosjektet. Konstruksjonsvirke (2,0) er gitt middels score – ventilasjonskanaler (1,7), innerdører (1,7), betongtakstein (1,4), mineralull (1,8), sanitærporselen (klosetter og servanter: 1,5), brannslangeskap (1,6) og nødlýsanlegg (1,6) vurderes å ha høyt ombrukspotensiale.

I case-studien er Sørhove ombruksanalysert iht. Svanemerkets kriterier for renovering. For ombruk av byggevarer gjelder kriteriedokumentets krav O3 og O31, og det er disse som er fulgt i studien. Basert på litteraturstudien og erfaringene fra case-studien er det rimelig å fastslå at prosessen for ombruksanalyser blir relativt lik uansett om man følger miljøsertifisering eller ei.

For å redegjøre dokumentasjonskravene ved ombruk er det gjort en omfattende dokumentanalyse av lov- og regelverket, litteraturstudie av foreløpige erfaringer og undersøkt ved intervju og webinarer hvordan BAE-sektoren tolker mulighetsrommet rundt dokumentasjonskravene per 2020. Én av konklusjonene fra disse undersøkelsene, var at for å redegjøre for en gitt byggevares dokumentasjonskrav ved ombruk, må man undersøke ombruk av en spesifikk byggevare, og redegjøre for den gjeldende harmoniserte standard. Derfor er det gjort en studie av harmoniserte standarder, tilknyttet de analyserte byggevarene i case-studien.

Konklusjonen vedrørende dokumentasjonskrav ved ombruk, er at dersom man ikke har dokumentasjon på at gjeldende lovkrav ble fulgt ved opprinnelig omsetning, er ikke dagens lovverk tilpasset redokumentering av brukte byggevarer. Det er identifisert tre barrierer i de harmoniserte standardene som ligger til grunn for dette:

1. Produksjonskontroll i fabrikk: Standardene angir som regel et system for produksjonskontroll i fabrikk (FPC-system) som skal etableres av produsent. Systemene angir prosedyrer som gjør det svært vanskelig å etterfølge ved ombruk – det er ikke funnet tilfeller der noen har gjennomført ombruk iht. de harmoniserte FPC-systemene.
2. Destruktiv testing: Ved nyproduksjon kan man trekke ut representative prøvelegemer til testing, og derav fastslå egenskapene til resterende produkter fra den samme produksjon ved ikke-destruktive tester. Dette er mulig å gjøre ved ombruk av hulldekker, men hvorvidt det er mulig for andre byggevarer krever nærmere utredning. Dersom alle byggevarene må testes destruktivt for å kvalitetssikre dem for bruk i den gitte funksjon, er ombruk åpenbart ikke gjennomførbart.
3. Ugyldig prøvingsmetode: De harmoniserte prøvingsmetodene er basert på testing av nye produkter og materialer. Avhengig av type byggevare, kan de harmoniserte prøvingsmetodene gi ugyldige resultater dersom byggevaren som testes er brukt. Konstruksjonsvirke er et eksempel på dette.

De generelle dokumentasjonskravene redegjøres for ved å avklare hvorvidt byggevaren skal omsettes eller ikke, når byggevaren opprinnelig ble omsatt, om det er unntak fra ytelseserklæring som kan være relevante og hvorvidt byggevarene er omfattet av harmonisert teknisk spesifisering.

For å redegjøre dokumentasjonskravene for en gitt byggevare, må man undersøke den gjeldende harmoniserte spesifisering og medfølgende prøvingsmetoder, og undersøke til hvilke formål ombruk kan realiseres, med utgangspunkt i de tre nevnte barrierene. Alle standardene undersøkt i case-studien inneholdt krav om FPC-system, og antageligvis



finnes dette kravet i samtlige standarder under Byggevareforordningen, da produksjonskontroll i fabrikk er pålagt produsenter etter samtlige AVCP-system. Med dette i til grunn, samt kvalitative erfaringer fra aktører som kommer frem til samme konklusjon, synes det eneste mulighetsrommet for omsetning av ombruksvarer å være dersom man har opprinnelig dokumentasjon, per i dag. Dersom man klarer å fremskaffe dette, kan man gå videre og undersøke hvilke prøvingsmetoder som er mulige å gjennomføre også på brukte byggevarer, og hvorvidt det er tilstrekkelig å gjennomføre destruktiv testing i et begrenset utvalg eller ikke. Der det vurderes praktisk umulig å dokumentere byggevarene iht. det harmoniserte system, må det utarbeides en EAD og utstedes en ETA, dersom byggevaren skal kunne ombrukes iht. Byggevareforordningen. Utarbeiding av slike ordninger er meget tidkrevende. Inntil videre kan et mer hensiktsmessig alternativ være å ombruke disse byggevarene til formål utenfor Byggevareforordningens og Byggteknisk forskrifts virkeområde.

Konkluderende er en viktig forutsetning for økt ombruk i BAE-sektoren at ressurser i eksisterende byggverk kartlegges, og dersom de vurderes ombrukbare, tilgjengeliggjøres for eksterne interessenter før riving/rehabilitering. Ombruksanalyser kan bidra til dette, ved å konkretisere byggevarers ombrukspotensial, gi en oversikt over ombrukbare byggevarer og gi konkrete anbefalinger til hvordan byggevarens livssyklus kan forlenges ved ombruk, fremfor å kaste det som avfall.

# Abstract

Today's economy is based on a linear consumption pattern: Finite resources are extracted, manufactured, used and discarded at a rate which causes the earth's natural ecosystems to deteriorate. It is widely recognized that a transition to an economic system which ensures the utilization of existing resources, is vital in our efforts to achieve international objectives for a sustainable future. The construction and real estate sector (CRE-sector) has a significant role to play in these endeavours, and reuse of building products is one of the measures of which the CRE-sector can increase its circularity. EU's objectives for efficient use of resources in the member states (EEA-members included) stipulates that a minimum of 70 % (by weight) of construction and demolition waste (CDW) shall be prepared for reuse, recycled or undergo material recovery (Waste framework directive, art. 11.2). Recent statistics from Statistics Norway shows that 42 % of national CDW was recycled and 0 % was reused in 2018. Further measures to achieve the 70 % objective needs to be taken.

Reuse of building products is without a doubt a topic of high interest in the CRE-sector, and common barriers for its practical application are well documented. Two of the major barriers are:

- A considerable lack of information, in terms of reused products' availability
- Successfully document the performance of reused building products in compliance with the Construction Products Regulation (CPR)

The purpose of this master thesis is to explore these two barriers, by addressing the following research question:

*How can building products in existing buildings be analysed to increase the ratio of reuse from demolition/renovation works?*

Three supporting research questions are formed to narrow the scope of the study, focusing on (1) how to conduct reuse analysis of building products in existing buildings, (2) how to conduct an assessment of the reuse potential of building products and (3) how to identify statutory requirements necessary to legally reuse used building products, in relation to EU's CPR and Norwegian regulations on technical requirements for building works, Byggt teknisk forskrift (TEK17). To answer the supporting research questions (thus answering the main research question), case study was chosen as research design. A reuse analysis was conducted in terms with the official Nordic ecolabel, *The Swan*, in relation to a specific building project in the city of Lillehammer, Norway. The building is named *Sørhove* and is property of the Norwegian government. It is managed by the government's

own property manager, *Statsbygg*, who has contributed to this study by enabling resources and material necessary to conduct the case study. The case study is based on methods such as literature review, document analysis, interviews/conversations and observations.

Based on the findings from the case-study, four recommendations are given in terms to conducting reuse analyses:

1. Thorough preparations: Information on the building's year of completion, use of materials in the building, load-bearing structures, scope of the demolition/renovation project, etc. If the auditor acquires sufficient knowledge before the field survey, the collection of information from the field survey can be done more efficiently and accurately.
2. Available documentation: The auditor should get an overview of the available documentation early on. This makes it easier to obtain relevant documentation during the analysis, thus facilitating for a more efficient analysis.
3. Define statutory document requirements: In doing so, it's possible to identify exactly which documentation is needed to legally reuse the various building products. If an overview of the available documentation has been made (as recommended above), the auditor can examine the documents and determine whether the needed documentation is available. If not, this must be obtained from the original manufacturer.
4. Define assessment criteria: Initially, the assessment criteria should be based on whether it's practically possible to successfully reuse the various building products, e.g. by addressing market demand and technical barriers (dismantling for reuse, re-processing, etc.). Greenhouse gas emission inventories and economic analysis can be conducted at a later stage, when the building products are considered reused based on the initial assessments.

There are many factors to be addressed, when conducting an assessment of the reuse potential of building products. In this case-study the reuse potential was assessed based on five categories, with a total of 12 complementary parameters:

1. Market assessment: Quantities, internal utility and market demand.
2. Dismantling: Technically feasible and robustness when dismantling.
3. Handling: Weight, H&S and robustness when handling.
4. Processing: Scope of works and necessary equipment.
5. Storage before reuse: Storage facilities (needed space) and protection (outside/inside).

12 building products were assessed based on these criteria. A score was given from 1-3 for each parameter; 1 indicates top performance, 3 indicates low. The categories were given score as an average value of the relevant parameters, and the final "reuse score" was given as an average of the five categories. The assessments resulted in ranking windows (2,1), plywood (2,2) and Leca blocks (2,3) the worst reuse score in the case study. Structural timber (2,0) is given medium score – ventilation ducts (1,7), inner doors (1,7), concrete roof tiles (1,4), mineral wool (1,8), sanitary products (WCs and basins: 1,5) fire hose cabinets (1,6) and emergency light systems (1,6) are considered highly reusable.

The case-study conducts a reuse analysis of the building Sørhove, in accordance with the *Criteria for Nordic Swan Ecolabelled Renovation*. Criteria nr. O3 and O31 describes specific requirements for reuse analyses. Based on the findings from the literature review and the case-study, it's fair to assert that reuse analyses will result in the same process and result, regardless of whether an ecolabelling framework is applied or not.

To clarify the statutory requirements for documentation when reusing building products, a document analysis of the legislative frameworks (CPR and TEK17) and a literature study of experiences and interpretations from professionals, was conducted to begin with. Further exploration of the legislative framework was provided through interviews and webinars with professional engineers/consultants/architects present. One of the conclusions from these research methods, was that the only way to determine the specific requirements to reuse a given building product, was to examine the relevant harmonised standard. Therefore, the relevant standards for the assessed products was analysed.

In terms of fulfilling the legal requirements when reusing building products, the conclusion is that original product documentation must be available, if reusing the building product includes a shift of ownership. There are three barriers in the harmonised standards that seems to be hindering reuse of building products:

1. Factory production control: The standards describe a system for factory production control (FPC) which effectively hinders re-documenting the performance of used products in accordance with the harmonised standards.
2. Destructive testing: When manufacturing new products, it is sufficient to perform destructive tests on representative samples from the production line and determine the rest of the products using non-destructive test methods. When reusing concrete hollow core slabs, this has proven possible for reused concrete hollow core slabs, but whether it is possible for other used building products remains to be seen.

3. Invalid test methods: The harmonised test methods are based on comprehensive testing of new products and materials. Some building products age in a certain manner, which invalidates the results achieved using harmonised test methods. This is the case for e.g. used structural timber.

The general statutory requirements for documenting reused building products, can be clarified by determining whether the product is being sold or not, when the product was manufactured and sold originally, if there are any deviations from the requirements that might be relevant and whether the product is covered by a harmonised technical specification (standard or EAD).

To clarify the statutory requirements for documenting a specific reused building product, the relevant harmonized technical specification must be studied, and assessed in relation to the three barriers above. Every harmonized standard analysed in this study included an FPC-system, and considering that all five AVCP-systems requires manufacturers to implement a system of FPC, it seems likely that this barrier is present in the majority of the harmonized standards associated with the CPR. With this in mind, as well as qualitative experiences from organisations that reach the same conclusion, the only way to successfully sell reused products legally is to provide documentation showing that original requirements were followed. Then, the next step would be to inspect the test methods, and assess whether these are applicable for testing used products as well. If this proves impossible (as for structural timber), the only way to market the product as a building product, will be to develop an EAD, an issue an ETA for the building product. This is a comprehensive and time-consuming operation. For now, an easier path to reusing building products, may be to reuse them for purposes where the regulations for building products do not apply.

In conclusion, the study shows that an important prerequisite for increased reuse in the CRE-sector is to identify quantities of reusable building products prior to demolition/renovation of buildings, and make these available to interested stakeholders in the market. Reuse analyses can contribute to realize this potential for increased reuse, by giving an overview of building products assessed as reusable with recommendations for extending the lifespan of building products, rather than discarding them as waste.

# Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon .....	1
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Formål og problemstilling .....	5
1.3	Avgrensninger.....	6
1.4	Oppgavens oppbygning .....	7
2	Teoretisk rammeverk .....	8
2.1	Føringer for ombruk av byggevarer.....	8
2.1.1	Avfall fra byggeaktivitet.....	12
2.2	Ombruksanalyser: Omfang og gjennomføring .....	13
2.2.1	Hvorfor gjennomføre ombruksanalyser?.....	13
2.2.2	Retningslinjer for analyser før man river/rehabiliterer.....	14
2.2.3	Ombruksanalyser ved miljøsertifisering .....	19
2.3	Byggevarers ombrukspotensial.....	23
2.3.1	Levetidsvurdering og tilstandsanalyse.....	24
2.3.2	Helse- og miljøfarlige stoffer .....	25
2.3.3	Rivemetode tilpasset ombruk .....	26
2.3.4	Ombruksmarkedet .....	27
2.4	Dokumentasjonskrav ved ombruk av byggevarer .....	28
2.4.1	DOK-forskriften og byggevareforordningen (CPR) .....	28
2.4.2	Byggteknisk forskrift (TEK17).....	33
2.5	Erfaringer med Dokumentasjonskravene .....	35
2.5.1	Ombruk av stål og tilknyttede byggematerialer – Norsk Stålforbund.....	35
2.5.2	Ombruk av tegl - Gamle mursten.....	36
2.5.3	Kristian Augusts gate 13 - Entra .....	36
2.6	Oppsummering teoretisk rammeverk .....	37
3	Metode .....	39
3.1	Samfunnsvitenskapelig metode.....	39

3.1.1	Kvalitativ og kvantitativ metode .....	40
3.1.2	Forskningsdesign .....	40
3.2	Valg av metodisk tilnærming og forskningsdesign.....	41
3.2.1	Litteraturstudiet.....	43
3.3	Case-studie .....	46
3.3.1	Observasjoner .....	46
3.3.2	Dokumentanalyse .....	49
3.3.3	Kvalitative intervjuer/samtaler .....	50
3.4	Forkningsetiske retningslinjer .....	52
3.5	Dataanalyse.....	53
3.5.1	Evaluering av data .....	53
4	Dokumentasjonsprosessen ved ombruk .....	56
4.1	Intervjuer.....	56
4.1.1	Dokumentanalyse – Byggeforskrift 1987.....	56
4.1.2	Intervju: Direktoratet for byggkvalitet.....	57
4.1.3	Intervju: Treteknisk .....	58
4.2	Observasjoner.....	61
4.2.1	Digital byggeplassbefaring, KA13 .....	61
4.2.2	Er ombruk en omvei til sirkulærøkonomi? .....	62
4.2.3	NHP-nettverket: møte 3 .....	62
5	Case-studie: Ombruksanalyse .....	64
5.1	Bakgrunn: Rehabilitering av Sørhove .....	65
5.1.1	Generelt .....	65
5.1.2	Tre alternativer.....	68
5.1.3	Tilstandsanalyser og miljøkartlegging .....	72
5.2	Vurderingsmetode .....	78
5.2.1	Svanemerkets kriterier til ombruk.....	78
5.2.2	Utvalgte byggevarer.....	80
5.2.3	Vurderingskriterier: Egnethet for ombruk.....	81
5.3	Ombruksanalyse .....	85

5.3.1	Ventilasjonskanaler av stål.....	85
5.3.2	Vinduer .....	88
5.3.3	Kryssfinér .....	91
5.3.4	Konstruksjonsvirke .....	94
5.3.5	Leca blokker.....	98
5.3.6	Innerdører .....	101
5.3.7	Betongtakstein .....	104
5.3.8	Mineralull.....	107
5.3.9	Sanitærporselen .....	110
5.3.10	Nødløslanlegg.....	113
5.3.11	Brannslangeskap.....	115
5.4	Måloppnåelse i henhold til Svanemerket.....	117
5.4.1	Fasiliteter for mellomlagring.....	117
5.4.2	Andel ombrukbare bygningsdeler.....	117
5.5	Anbefalinger til ombruk.....	119
6	Diskusjon.....	120
6.1	Ombruksanalyse – gjennomføring og vurdering.....	120
6.1.1	Prosess for gjennomføring .....	121
6.1.2	Vurdering av ombrukspotensiale .....	124
6.2	Oppfyllelse av Svanemerkets krav, Sørhove.....	125
6.2.1	Byggevarerens innvirkning på krav O31 - Sørhove .....	126
6.2.2	Minimum 20 % ombruk ekskludert fasader i vekt, tonn .....	127
6.2.3	50 % ombruk av fasade i areal, m <sup>2</sup> .....	128
6.3	Dokumentasjonskrav ved ombruk av byggevarer .....	130
6.3.1	Studie av harmoniserte standarder .....	132
6.3.2	Flytskjema: Generelle dokumentasjonskrav ved ombruk.....	134
6.3.3	Flytskjema: Dokumentasjonskrav for gitt byggevare .....	135
7	Konklusjon .....	136
7.1	Prosess for ombruksanalyse.....	136
7.1.1	Anbefalinger til gjennomføring av ombruksanalyser.....	137



7.2	Vurdering av byggevarers ombrukspotensiale .....	138
7.2.1	Måloppnåelse iht. Svanemerket – Case-studie .....	138
7.3	Dokumentasjonskrav ved ombruk.....	139
7.4	Anbefalinger til videre arbeid .....	141
8	Referanser .....	142
9	Vedlegg .....	149
9.1	Ombrukskartlegging .....	149
9.2	Ombruksvurderinger .....	150
9.3	Liste over benyttet prosjektdokumentasjon .....	151
9.4	Liste over studerte standarder .....	152
9.5	Intervjuguide, DiBK .....	153
9.6	Intervjuguide, Treteknisk .....	155
9.7	Liste over kontaktede aktører ifbm. intervjuer/samtaler .....	156

## Figurer

Figur 1-1:	Lineær økonomi og sirkulærøkonomi. Kilde: Unido.org .....	2
Figur 2-1:	EU's Avfallspyramide. Egenprodusert, inspirert av byggemiljø.no.....	8
Figur 2-2:	Avfallsstatistikken 2018, egenprodusert. Kilde: SSB.....	12
Figur 2-3:	Anbefalt prosess, waste audit. Kilde: European Commission (2018).....	14
Figur 2-4:	Forventet tidspunkt for gjennomføring av reclamation audit. Kilde: Deweerdt <i>et al.</i> (2020) .....	17
Figur 2-5:	Sammenhengen mellom ulike kjemikaliegrupper. Størrelsen på sirklene viser ikke det reelle størrelsesforholdet dem imellom. Kilde: Miljødirektoratet. ....	25
Figur 2-6:	Oppsummering, teoretisk rammeverk. ....	38
Figur 3-1:	Oversikt over forskningsprosessen.....	42
Figur 5-1:	Bilde av Sørhove, tatt fra sør. Kilde: Statsbygg. To fasadematerialer: Murt leca og malt kryssfinér.....	65
Figur 5-2:	Oversikt, Sørhoves beliggenhet. Sørhove markert i rødt. Kilder: Norgeskart (øverst) og Google Earth (nederst). Egenprodusert illustrasjon. ....	66
Figur 5-3:	Interiør på Sørhove. Til venstre kontorfløy, 1. etasje (befaring), til høyre trappegang mellom kontorfløy og undervisningsfløy, 3. etasje (Statsbygg).....	67

Figur 5-4: Riveplan av 1. etasje, alternativ 1. Eksisterende toalettzone og foreslått løsning uthevet i rødt. Tegning fra WSP/Rik. ....	69
Figur 5-5: Plan for ombygging etter alternativ 2 og 3. Tegninger fra WSP/Rik. ....	70
Figur 5-6: Alternativ 3, konsept for fasader. Kilde: Statsbygg. ....	71
Figur 5-7: To typer ombruk. Egenprodusert, dels inspirert av Mad arkitekter. ....	79
Figur 5-8: Bildet til venstre er tatt under befaring, bildene til høyre er fra WSPs tilstandsanalyse. Ombrukspotensiale, ventilasjonskanaler: Øverst til høyre.....	85
Figur 5-9: Til venstre: Bilde fra miljøsaneringsrapport, WSP. Til høyre: Ombrukspotensiale, vinduer. ....	88
Figur 5-10: Ombrukspotensiale, kryssfinér. ....	91
Figur 5-11: Ombrukspotensiale, k-virke. ....	94
Figur 5-12: Grunnlag for mengdeberegning. Kilde, illustrasjon til venstre: Byggforskserien. Skisse til høyre: egenprodusert. ....	95
Figur 5-13: Riveplan for ombygging, 1. etasje. Kilde: WSP arkitekter.....	95
Figur 5-14: Ombrukspotensiale, Leca blokker.....	98
Figur 5-15: Originaltegning, detalj i vertikalsnitt i overgang grunnmur/yttervegg. Rik Arkitektur/WSP. ....	99
Figur 5-16: Til venstre: bilde fra tilstandsanalyse. Til høyre: Ombrukspotensiale, innerdører. ....	101
Figur 5-17: Ombrukspotensiale, betongtakstein. ....	104
Figur 5-18: Detaljtegning, vertikalsnitt: kaldtloft, kontorfløy. Originaltegning, WSP/Rik Arkitektur. ....	104
Figur 5-19: Beregning av takflateareal. Utklipp fra originaltegninger. Kilde: Statsbygg. ....	105
Figur 5-20: Ombrukspotensiale, mineralull. ....	107
Figur 5-21: Til venstre: Standard toalettrom, kilde: WSP. Til høyre: ombrukspotensiale, sanitærporselen. ....	110
Figur 5-22: Standard, HC-toalettrom. Begge bilder fra befaring.....	111
Figur 5-23: Til venstre: Markeringslys. Kilde: WSP. Til høyre: Ombrukspotensiale, nøddlyssystem. ....	113
Figur 5-24: Til venstre: Brannslangeskap, bilde fra befaring. Til høyre: Ombrukspotensiale, brannslangeskap. ....	115
Figur 5-25: Måling av fasader, Sørhove. Egenprodusert figur. ....	118
Figur 6-1: Flytskjema: Overordnet dokumentasjonsprosess ved ombruk av byggevarer. Egenprodusert. ....	134
Figur 6-2: Flytskjema: Omsetning og bruk av brukt byggevarer. Egenprodusert. ....	135
Figur 7-1: Prosess for ombruksanalyse. Egenprodusert. ....	136
Figur 7-2: Ombruksanalyser satt i perspektiv. Egenprodusert. ....	140

# Tabeller

Tabell 2-1: System for vurdering og verifisering av ytelser. Kilde: DiBK (2013b) .....	31
Tabell 2-2: Dokumentasjonskrav i ulike perioder. Kilde: DiBK/Byggemiljø.....	32
Tabell 3-1: Kriterier for å ha en relevant situasjon for case-studie som metode. Basert på Yin (2018) .....	42
Tabell 3-2: Søkematriksen benyttet i litteraturstudien.....	45
Tabell 3-3: Oversikt, digitale observasjoner. ....	48
Tabell 5-1: Komplementerende vedlegg til ombruksanalysen. ....	64
Tabell 5-2: Nøkkelinformasjon, Sørhove. ....	65
Tabell 5-3: Oversikt, vurderte alternativer. ....	68
Tabell 5-4: Oversikt over vurderte tiltak etter alternativ. ....	68
Tabell 5-5: Rapportgrunnlag for Sørhove. ....	72
Tabell 5-6: Analysenivåer i tilstandsanalyser, gjengitt fra Byggforskserien 700.305. ....	72
Tabell 5-7: Beskrivelse av tilstandsgrad benyttet i den branntekniske tilstandsanalysen fra WSP.....	73
Tabell 5-8: Tilstandsgrader benyttet i tilstandsanalysen fra WSP. ....	74
Tabell 5-9: Kriterier for vurdering av byggevarers ombrukspotensial. Inspirert av kriteriene utviklet av Studio Debris (2018). ....	83
Tabell 5-10: Mengde ventilasjonskanaler. ....	86
Tabell 5-11: Mengde vinduer. ....	89
Tabell 5-12: Mengde kryssfinér. ....	92
Tabell 5-13: Mengde konstruksjonsvirke.....	96
Tabell 5-14: Mengde, Leca blokker. ....	99
Tabell 5-15: Mengde innerdører. ....	102
Tabell 5-16: Mengde mineralull. ....	108
Tabell 5-17: Mengde, Nødløsanlegg. ....	114
Tabell 5-18: Måloppnåelse basert på mengdeberegning, krav O31 delkrav 2.....	117
Tabell 5-19: Beregnet fasadeareal basert på målt lengde/høyde.....	118
Tabell 5-20: Anbefalinger til ombruk av byggevarer på Sørhove. ....	119
Tabell 6-1: Måloppnåelse iht. Svanemerket etter alternativ.....	126

# Begrepsforklaring

Definisjonene/forklaringene er hentet fra kilder benyttet i oppgaven. I tillegg er det benyttet en definisjonsliste tilsendt fra Multiconsult, opprinnelig utarbeidet ifbm. rapporten *Økt materialgjenvinning av byggavfall* (Hjellnes Consult, 2017).

Ord	Definisjon/Forklaring	Kilde
Avfall	«Avfall» er i forurensningsloven § 27 definert som «... løseobjekter eller stoffer som noen har kassert, har til hensikt å kassere eller er forpliktet til å kassere». Avfall fra bygg- og anlegg defineres derfor som alt som kjøres bort fra byggeplassen, enten til ombruk eller gjenvinning et annet sted. «Avfall» kan således være fullt brukbare ting, også helt nye varer (feilleveranser), men det kan ikke nyttiggjøres på byggeplassen.	Hjellnes Consult (2017)
Avfallsmottak	Mottak som tar imot og bearbeider avfallet slik at det kan ombrukes eller gjenvinnes, evt. deponeres.	Hjellnes Consult (2017)
BAE-sektoren	Forkortelse for «Bygg-, anleggs-, og eiendomssektoren»	Asplan Viak (2019)
Byggavfall	«Avfall fra nybygging, rehabilitering og riving av bygninger.»	Hjellnes Consult (2017)
Bygg- og anleggsavfall (BA-avfall)	Alt avfall fra alle aktiviteter innen bygg- og anleggsbransjen. Avfall som består av gravemasser fra byggevirksomheter er ikke omfattet.	Hjellnes Consult (2017)
Byggevarer	«Enhver vare og ethvert byggesett som er produsert og bragt i omsetning med sikte på å inngå permanent i byggverk eller deler av byggverk».	DiBK (2014)
Byggevarers vesentlige egenskaper	«De egenskaper ved byggevarer som gjelder de grunnleggende krav til byggverk.»	DiBK (2013a)

Byggematerialer	Brukes her ved beskrivelser av materialers vesentlige egenskaper – uavhengig av dens tiltenkte bruk i bygg.	
Bygningsdel	«En bygningsdel er en bestemt del av en bygning, for eksempel vegg, skillevegg, gulv, tak, bjelke eller søyle. En <u>bygningsdel kan være én enkelt byggevare eller bestå av ett eller flere produkter.</u> » Her brukes begrepet der det er snakk om bygningsdeler sammensatt av flere byggevarer; eksempelvis vil en innervegg være en <u>bygningsdel</u> sammensatt av <u>byggevarer</u> som isolasjon, stenderverk og gips.	Byggordboka
Deponi	Sted hvor avfall legges permanent.	Hjellnes Consult (2017)
Destruktiv testing	Testmetode der byggevaren belastes til den ødelegges/deformeres, slik at man kan dokumentere dens egenskap til å motstå en gitt type belastning.	Basert på harmoniserte prøvingsstandarder.
Dokument	«Logisk avgrenset informasjonsmengde som er lagret på et medium for senere lesing, lytting, framføring, overføring eller lignende.»	DiBK (2017)
EAD	«Forkortelse på European Assessment Document (europeisk bedømmelsesdokument på norsk)»	DiBK (2013a)
Ekstern ombruk	Byggevaren skifter eierskap ved ombruk; innebærer en omsetning, som medfører forpliktelser etter Byggevareforordningen.	Nyland og Apelsest (2019)
Energiutnyttelse	Forbrenning av avfall med utnyttelse av energien til f.eks. fjernvarmeproduksjon.	Hjellnes Consult (2017)
ETA	«Forkortelse på European Technical Assessment (europeisk teknisk bedømmelse på norsk)»	DiBK (2013a)
EU	Den Europeiske Union	Store Norske Leksikon
EU-kommisjonen	EUs utøvende myndighet	Store Norske Leksikon
Farlig avfall	Avfall som ikke kan behandles sammen med annet avfall fordi det medfører alvorlige	Wærp (2018), Sintef Byggforsk

	forurensninger eller fare for skade på mennesker og dyr.	
FDVU	Forkortelse for «Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling.»	SN/TS 3456:2018
Funksjonskrav	«Overordnet formål eller oppgave som skal oppfylles i det ferdige byggverket.»	DiBK (2017)
Gjenvinning	«Enhver utnytting hvor avfallsmaterialer bearbeides til produkter, materialer eller stoffer som enten brukes til det opprinnelige formål eller til andre formål. Her inngår bearbeidelse av organisk materiale, men ikke energiutnyttelse og bearbeiding til materialer som skal brukes til brensel eller oppfyllingsformål.»	Grønn Byggallianse (2019)
HMS	Forkortelse for helse, miljø og sikkerhet.	Byggordboka
Intern ombruk	Ombruk under <u>samme eierskap</u> – byggevaren omsettes ikke, og vil ikke rammes av Byggevareforordningen.	Nyland og Apelseth (2019)
Klimaskjerm/Klimaskall	«De delene av bygningen som er påvirket av vær og vind, for eksempel tak og yttervegger» (ikke gulv/vegger mot grunn)	Byggeskikknøkkelen (utgått side – men definisjonen er relevant)
Lokal ombruk	«Ombruk av bygningselementer oppstått ved oppgradering av samme bygning som elementene er hentet fra. Mest vanlig er ikke-bærende konstruksjoner, inventar og tekniske systemer.»	Sørnes et al. (2014)
Materialgjenvinning	«Alle typer gjenvinning, unntatt energiutnyttelse og opparbeiding av avfall til materialer som skal brukes som brensel.»	Grønn Byggallianse (2019)
Miljøkartlegging	«Påvisning av helse- og miljøskadelige stoffer i byggverk. Resultatet av kartleggingen må nedfelles i en miljøsaneringsbeskrivelse.»	Byggforskserien (Wærp, 2018)

Miljøsanering	«Fjerning av bygningsdeler og installasjoner som inneholder helse- og miljøskadelige stoffer i et rive- og rehabiliteringsarbeid»	Byggforskserien (Wærp, 2018)
Nedsirkulering (fra det engelske begrepet «Downcycling»)	«Gjenvinning hvor et materiale benyttes til et materiale av dårligere kvalitet.»	Grønn Byggallianse (2019)
Ombruk	I denne oppgaven brukes begrepet om byggevarer som benyttes om igjen i sin opprinnelige form; det kan være til samme formål som opprinnelig eller ikke, og med eller uten bearbeiding, så lenge byggevarens vesentlige egenskaper ikke endres.	Egen definisjon, basert på litteraturstudiet.
Ombruk annensteds	«Ombruk av bygningskomponenter som kommer fra andre bygninger.»	Sørnes et al. (2014)
Ombruksanalyse	En analyse av byggevarer i eksisterende bygg, som resulterer i en kvantitativ (mengder) og kvalitativ (vurderinger av ombrukspotensiale) oversikt over ombrukbare byggevarer, med konkrete anbefalinger til videre ombruk.	Eget begrep og definisjon.
Ombrukskartlegging	I denne oppgaven tolket som et norsk begrep for «reclamation inventory»: Det vil si den endelige oversikten av kartlagte byggevarer som medfølger sluttrapporten i en ombruksanalyse.	Basert på Deweerdt <i>et al.</i> (2020)
Oppsirkulering (fra det engelske begrepet «Upycling»)	«Gjenvinne materialer til en høyere kvalitet, for eksempel å utnytte gamle aviser til å lage isolasjonsmateriale.»	Grønn Byggallianse (2019)
Preakseptert ytelse	«Ytelse angitt av DiBK, og som vil oppfylle, eller bidra til å oppfylle, ett eller flere funksjonskrav i byggteknisk forskrift»	DiBK (2017)
Rehabilitering av bygg	Rehabilitering går ut på å sette eldre bebyggelse, bygningsdeler, tekniske anlegg og objekter i brukelig stand, tilpasset dagens myndighets- og brukerkrav, men uten å endre funksjonalitet. Dette kan både omfatte	Byggordboka

	reparasjon, restaurering, oppgradering og endring av planløsning.	
Resirkulering	Engelsk uttrykk for gjenvinning.	Grønn Byggallianse (2019)
Ressursutnyttelse	«Nyttiggjøring av materialer og andre restprodukter ved ombruk, materialgjenvinning og energiutnyttelse».	Leland og Svendsen (2006)
Riving av bygg	Avslutning av en bygnings levetid ved å ødelegge eller demontere bygningen og fjerne bygningsavfallet.	Byggordboka
Robusthet	I denne oppgaven brukt om byggevarer som er lite sårbare for skader ved demontering og håndtering for ombruk.	Basert på SINTEF, «klassifisering av robusthet», 2012
Selektiv riving	«En rivemetode der materialer/bygningsdeler demonteres og avfall sorteres med henblikk på størst mulig ombruk og gjenvinning og minst mulig deponering.»	Norsas (1999)
Tiltak	«Med tiltak etter loven menes oppføring, riving, endring, herunder fasadeendringer, endret bruk og andre tiltak knyttet til bygninger, konstruksjoner og anlegg, samt terrenginngrep og opprettelse og endring av eiendom.» Her brukes tiltak om riving og rehabilitering.	Plan og bygningsloven, § 6-1
U-verdi	Varmegjennomgangskoeffisient: Standardisert mål på hvor lett en bygningsdel slipper gjennom varme. Jo høyere U-verdi, jo høyere varmegjennomgang.	Byggforskserien 471.008
Ytelse	«Teknisk, bruks- eller miljømessig kvalitet, kapasitet eller egenskap ved byggverk, bygningsdel, installasjon eller utearealer. En ytelse er en tolking og konkretisering av funksjonskrav og er angitt kvantitativt eller kvalitativt.»	DiBK (2017)



# 1 INTRODUKSJON

## 1.1 BAKGRUNN

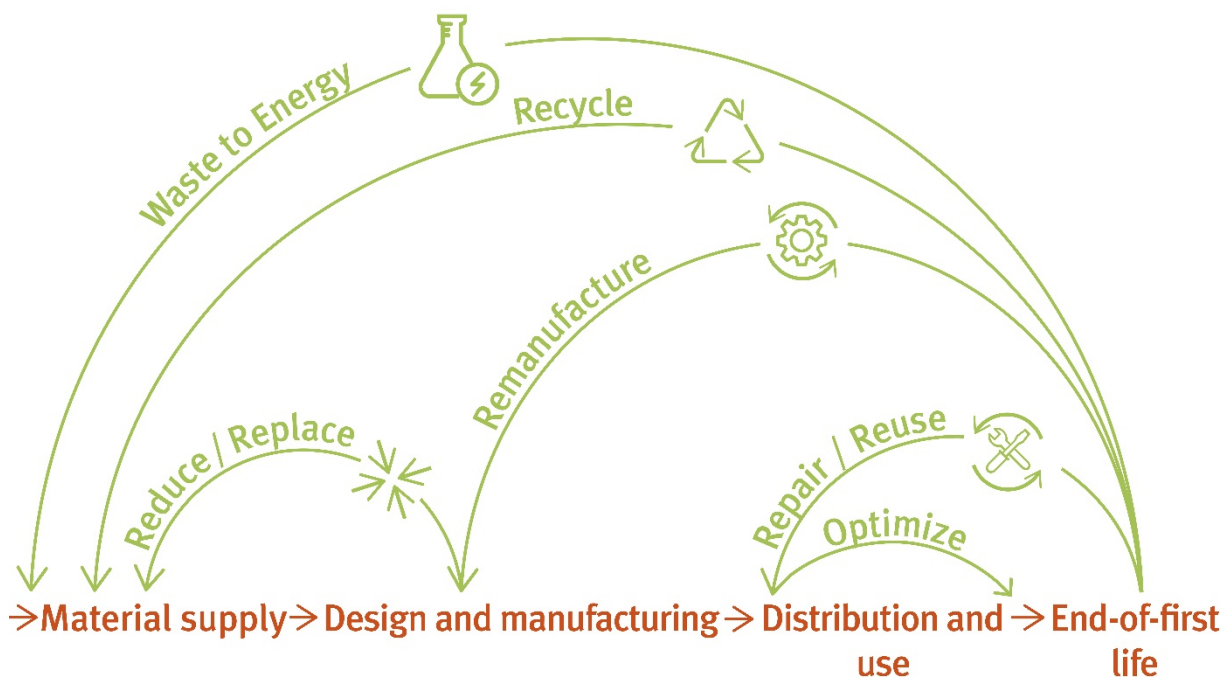
Temaet for denne masteroppgaven er ombruk av byggevarer, med fokus på hvordan ombruksanalyse av byggevarer i eksisterende bygg kan gjennomføres, for å tilrettelegge økt ombruk ved riving/rehabilitering. Ombruk av byggevarer er på dagsordenen både internasjonalt og nasjonalt, men flere norske rapporter viser til at ombruk per i dag byr på flere hinder enn gevinster i praksis. Rapporten *Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg* er én av disse (Nordby, 2018b). Rapporten viser til vesentlige barrierer for å gjennomføre ombruk per i dag, deriblant mangelen på standardiserte prosedyrer for å kvalitetssikre brukte byggevarer etter dagens lov- og regelverk, fraværet av etablerte markedsplasser for brukte byggevarer og mangelen på informasjon om tilgjengeligheten av brukte byggevarer (Nordby, 2018b, s. 4).

På tross av uavklarte omstendigheter vedrørende praktisk gjennomføring ved ombruk av byggevarer, går enkelte aktører inn med store ambisjoner om å bygge med så mye ombruksvarer som mulig. Norges første storskala ombruksprosjekt, Kristian Augusts gate 13, er et eksempel på dette. Selv om foreløpige erfaringer herfra viser at ombruk i praksis er krevende og fordyrende per dags dato (Widing, 2019), er eiendomsselskapet Höegh Eiendom nå i gang med Norges andre storskala ombruksprosjekt, i Kristian Augusts gate 23. Spørsmålet som da dukker opp, er: Hva er insentivene for å satse på ombruk i BAE-sektoren, når det åpenbart er krevende og fordyrende å få til?

Dagens forbrukssamfunn er basert på en lineær økonomi: Naturressurser utvinnes, produseres og forbrukes før det kastes som avfall, i et omfang som ødelegger jordens naturlige økosystem (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Global oppvarming, knapphet på ressurser og havforsuring er noen av konsekvensene som følger av dette forbruksmønsteret (Circle Economy, 2018). For å innfri overordnede målsettinger om en bærekraftig fremtid, er det internasjonal enighet (European Commission, 2020b; United Nations, 2017) om at man er helt avhengig av å innføre et bærekraftig, økonomisk system: Et system som verdsetter avfall som ressurs, og er utformet for å ivareta produkter og materialers verdi i et evig kretsløp. Dette har med tiden blitt betegnet som den sirkulære økonomien (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

## ■ Linear supply chain

## ■ Circular economy practices



Figur 1-1: Lineær økonomi og sirkulærøkonomi. Kilde: Unido.org

I mars 2020 lanserte EU en ny handlingsplan for sirkulærøkonomi i Europa, og her løftes BAE-sektoren frem som én av nøkkelsektorene for å realisere en slik fremtid (European Commission, 2020a, s. 36). Blant tiltakene som skal gjøre BAE-sektoren mer sirkulær, er økte målsettinger til ressursutnyttelse av avfall fra byggeaktivitet (Solgaard, 2020). Gjennom EØS-avtalen er dette målsettinger også Norge må forholde seg til, og jobbe for å innfri.

I regjeringsplattformen *Granavolden* står det at «Norge skal være et foregangsland i utviklingen av en grønn, sirkulær økonomi som utnytter ressursene bedre, og utarbeide en nasjonal strategi om sirkulærøkonomi.» I januar 2020 ble rapporten *Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030* lansert, for å utrede tiltak som kan bidra til å oppnå 50 % utslippskutt innen 2030, sammenlignet med 2005 (Miljødirektoratet et al., 2020). Her står blant annet at «omstilling til en sirkulær økonomi er viktig for et lavutslippssamfunn», og økt ombruk av ressurser er ett av tiltakene som nevnes for å bidra til en slik omstilling (Miljødirektoratet et al., 2020, s. 296).

BAE-sektoren er altså vurdert som en nøkkelsektor i EUs planer om et sirkulært Europa. For de som har kjennskap til BAE-sektorens påvirkning på klima og miljø, kommer ikke dette som noen overraskelse: 40 % av globale klimagassutslipp og 50 % av totalt ressursforbruk (Circle Economy, 2018, s. 4) kommer av byggeaktivitet, og i tillegg

genereres 35 % av årlig avfall i Europa som følge av byggeaktivitet (European Commission, 2020a, s. 13).

For å kutte klimagassutslipp, er det helt avgjørende å redusere globalt ressursforbruk: Studier viser at 45-50<sup>1</sup> % av verdens klimagassutslipp er en konsekvens av måten ressurser håndteres på i dagens lineære «bruk og kast»-samfunn. Samtidig som ressursforbruk må reduseres, indikerer FNs prognoser<sup>2</sup> en motsatt utvikling i framtiden: Dersom verdensbefolkningen når 9,6 billioner innen 2050, kommer dette til å kreve ressurser tilsvarende tre jordkloder<sup>3</sup>. Dette illustrerer hvor viktig det er å implementere sirkulærøkonomi i større skala, slik at økende ressursbehov kan dekkes, samtidig som uttak og forbruk av naturressurser reduseres.

Flere rapporter viser til at ombruk av byggevarer kan bidra til redusert ressursforbruk og klimagassutslipp (Sørnes *et al.*, 2014, s. 8). Ved ombruk unngår man klimagassutslipp tilknyttet produksjon og transport av nye produkter, man reduserer uttak av nye råmaterialer til produksjon og man reduserer avfallsmengder ved å bruke ting videre, fremfor å la det bli avfall. På materialfronten har man de siste 20 årene økt *gjenvinningsgraden* betraktelig, men for å oppnå overordnede klimamål må fokuset i større grad vris fra gjenvinning og resirkulering av materialer, som også er energikrevende og utslippsgenererende, til å satse mer på ombruk og avfallsminimering (Nordby og Wærner, 2017).

Vedtatte mål om klimagassreduksjoner er tydelige: Norge må redusere nasjonale klimagassutslipp med 40 %, sammenlignet med 1990-nivå innen 2030 (Klima- og miljødepartementet, 2018). Ved utgangen av 2019 var status at Norge som eneste skandinaviske land har økt sine utslipp sammenlignet med 1990-nivå (Teknisk Ukeblad, 2019). For at Norge skal nå overordnede klimamål er man derfor helt avhengig av klimagassreduksjoner på tvers av sektorer, og det store potensialet for å redusere utslipp fra BAE-sektoren ligger i å utnytte eksisterende bygningsmasse og dets innebygde ressurser bedre enn man gjør i dag; blant annet ved ombruk av byggevarer (Grønn Byggallianse, 2019).

I dag rives om lag 22.000 bygg i Norge hvert år (Grønn Byggallianse, 2019, s. 3), og riveavfallet utgjør om lag 40 % av årlig avfall fra byggeaktivitet (Statistisk sentralbyrå, 2020a). I Grønn Byggallianses tipshefte *Tenk deg om før du river*, kan man lese om

---

<sup>1</sup> *Completing the picture*, EMF (2019) Og *Global Resources Outlook 2019* (IRP og UNEP, 2019)

<sup>2</sup> [https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019\\_Highlights.pdf](https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf)

<sup>3</sup> <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>

konseptet «bygg som materialbanker»: I prosjekter som innebærer riving/rehabilitering må bygget betraktes som et lager med materialer og byggevarer som kan utnytted videre gjennom ombruk og gjenvinning (Grønn Byggallianse, 2019, s. 6).

Én av de største barrierene ved ombruk av byggevarer er hvordan man skal innfri kravene til byggevarer etter dagens lov- og regelverk (Nordby, 2018b). Foreløpige erfaringer fra KA13 viser at fullt ombrukbare byggevarer ofte blir tilsidesatt, fordi dokumentasjonskravene ved omsetning av brukte byggevarer er for omfattende å innfri per i dag (Espelid, Apelseth og Nyland, 2019). Dersom ombruk av byggevarer skal oppskaleres i den norske BAE-sektoren, fordrer dette at man utarbeider standardiserte prosedyrer for å kvalitetssikre og dokumentere brukte byggevarer i tråd med dagens krav (Kilvær *et al.*, 2019).

Miljøgevinsten av å ombruke byggevarer er anerkjent, de politiske føringene er tydelige og BAE-sektoren er innstilt på en sirkulær omstilling. Undertegnede har alltid hatt en sterk interesse for bærekraftige bygg og områder, og da temaet sirkulærøkonomi og ombruk av byggevarer ble presentert i en forelesning høsten 2019, var det ingen tvil om at det var dette masteroppgaven skulle handle om. Ombruk av byggevarer blir et stadig hetere tema i BAE-sektoren, men det må gjøres et arbeid for å øke andelen byggavfall som ombrukes. En del av dette arbeidet går ut på å utrede metoder for å identifisere ressursene i eksisterende bygninger, og konkretisere disse ressursenes ombrukspotensiale, slik at disse «materialbankene» kan nyttiggjøres videre fremfor å bli avfall. Dette fordrer nye metoder for hvordan man analyserer innebygde ressurser innen riving/rehabilitering av eksisterende bygg, og det er i dette arbeidet denne oppgaven finner sitt formål.

## 1.2 FORMÅL OG PROBLEMSTILLING

Formålet med denne masteroppgaven er å undersøke hvordan ombruksanalyser av eksisterende bygg kan gjennomføres, hvordan ombrukspotensialet til byggevarer i eksisterende bygg kan vurderes og hvordan man kan redegjøre for dokumentasjonskravene ved ombruk av byggevarer. Med utgangspunkt i dette er problemstillingen for masteroppgaven formulert slik:

*Hvordan kan byggevarer i eksisterende bygg analyseres for å bidra til økt ombruk i rive- og rehabiliteringsprosjekter?*

For å besvare problemstillingen, samt avgrense og presisere oppgavens omfang, er det definert tre forskningsspørsmål:

### Forskingsspørsmål 1:

*Hvordan kan ombruksanalyser gjennomføres for å tilrettelegge økt ombruk av byggevarer?*

Forskingsspørsmålet tar sikte på å undersøke hvilke krav som stilles til analyser/vurderinger før man gjennomfører tiltak i eksisterende bygg, og se på hvordan ombruksanalyser av eksisterende bygg kan gjennomføres, for å oppnå økt ombruk av byggevarer i rive- og rehabiliteringsprosjekter.

### Forskingsspørsmål 2:

*Hvordan kan man vurdere byggevarers ombrukspotensiale i eksisterende bygg?*

Forskingsspørsmålet viderefører funnene fra forskningsspørsmål 2, og tar sikte på å utrede hvordan man kan fastslå byggevarers ombrukspotensiale i ombruksanalyser. Hensikten er å belyse relevante vurderingskriterier ved ombruk, og utrede vurderingsmetodikk for å fastslå ombrukspotensial for ulike byggevarer ved tiltak i eksisterende bygg.

### Forskingsspørsmål 3:

*Hvordan kan man redegjøre for dokumentasjonskravene ved ombruk av byggevarer?*

Forskingsspørsmålet ser nærmere på hvilke dokumentasjonskrav som forekommer ved ombruk av byggevarer. Hensikten er å øke forståelsen for dokumentasjonskravene ved ombruk, og beskrive hvordan man kan redegjøre for gjeldende dokumentasjonskrav ved ombruk av byggevarer i Norge.

### 1.3 AVGRENSNINGER

Temaet er omfattende, og berører mange ulike fagfelt og aktører. Problemstillingen og forskningsspørsmålene avgrenser oppgavens omfang til gjennomføring av ombruksanalyser, med fokus på metodikk for kartlegging av byggevarer, vurdering av byggevarers ombrukspotensiale og dokumentasjonskrav ved ombruk.

Oppgaven kun ser på ombruk; den går ikke inn i detalj på sirkulær ressursutnyttelse utover det. Videre avgrenses oppgaven til å fokusere på selve arbeidene knyttet til ombruksanalyser, og undersøker ikke i detalj hvordan ulike aktører kan bidra til at ombruksanalyser blir mer utbredt i BAE-sektoren, eksempelvis. Case-studien i kapittel 5 avgrenses mht. omfang av analysen: 12 ulike byggevarer er analysert i studien; disse er vurdert etter fem kategorier og i alt 12 parameter – vel vitende om at dette ikke er altomfattende.

Det er gjort noen avgrensninger mht. dokumentering iht. Svanemerkets kriterier ved renovering i case-studiens ombruksanalyse. Det er ikke redegjort for lagringsfasiliteter for ombruk, som det stilles krav til i ett av kravene som redegjøres for i studien. Videre er det ikke redegjort for potensielle ombruksvarer som kunne blitt anskaffet fra andre rive- eller rehabiliteringsprosjekter i nærområdet. Dette er dog en naturlig avgrensning, da oppgavens hovedfokus er å gå i dybden i analysen av det gitte case-prosjekt, og det ville blitt meget krevende å lete frem andre potensielle byggeprosjekter og kartlegge disse i tillegg, innenfor masteroppgavens begrensede tidsramme.

## 1.4 OPPGAVENS OPPBYGNING

Strukturen er basert på retningslinjer for oppgaveskriving publisert av senter for faglig kommunikasjon ved NTNU, og det som kalles «IMRoD-modellen». IMRoD står for Introduksjon, material og metode, resultater og diskusjon. I denne oppgaven brukes betegnelsen «teori og metode» (Senter for faglig kommunikasjon (SEKOM), 2016). Masteroppgaven omfatter åtte kapitler: Introduksjon (1), teori (2), metode (3), dokumentasjonskrav ved ombruk (4), ombruksanalyse (5), diskusjon (6), konklusjon (7) og referanser (8). Under gis en beskrivelse av kapitlenes innhold.

Kapittel 1 gir en introduksjon til masteroppgaven. Bakgrunn for valg av tema, oppgavens formål og problemstilling samt medfølgende avgrensninger beskrives her.

Kapittel 2 redegjør for relevant litteratur knyttet til oppgavens tema. Kapitlet gir teoretisk innsikt i hva ombruk av byggevarer omfatter, hvorfor det er på agendaen og hvilke forutsetninger man har for å gjennomføre ombruk innenfor praktiske og lovmessige rammer.

Kapittel 3 beskriver samfunnsvitenskapelig metode i forskning, og presenterer valgt forskningsdesign og redegjør for valgt metodikk. Videre beskrives de valgte metodene, før kapitlet rundes av med å gå gjennom forskningsetiske retningslinjer og metoder for å evaluere og analysere data.

Kapittel 4 presenterer resultatene innhentet ved gjennomføring av kvalitative intervjuer og observasjoner; det er gjennomført to intervjuer og deltatt på tre webinarer. Dokumentasjonskravene ved ombruk er i fokus her.

Kapittel 5 presenterer masteroppgavens case-prosjekt, der litteraturstudien og resultatene fra kapittel 4 kulminerer i en ombruksanalyse av byggevarers egnethet for ombruk i prosjektet. Prosjektet er funnet i samarbeid med Statsbygg, og i samråd med dem er ombruksanalysen gjennomført iht. Svanemerkets kriterier for renovering.

Kapittel 6 drøfter resultatene opp mot beskrevet teori i kapittel 2. Hvordan gjenspeiler resultatene det teoretiske grunnlaget i kapittel 2, og hvordan svarer de på den opprinnelige problemstillingen og forskningsspørsmålene?

Kapittel 7 gir de avsluttende konklusjonene som sammenfatter masteroppgavens arbeid i en konkret besvarelse av problemstillingen og de medfølgende forskningsspørsmålene. Avslutningsvis gis subjektive anbefalinger til videre arbeid.

Kapittel 8 viser masteroppgavens referanser.

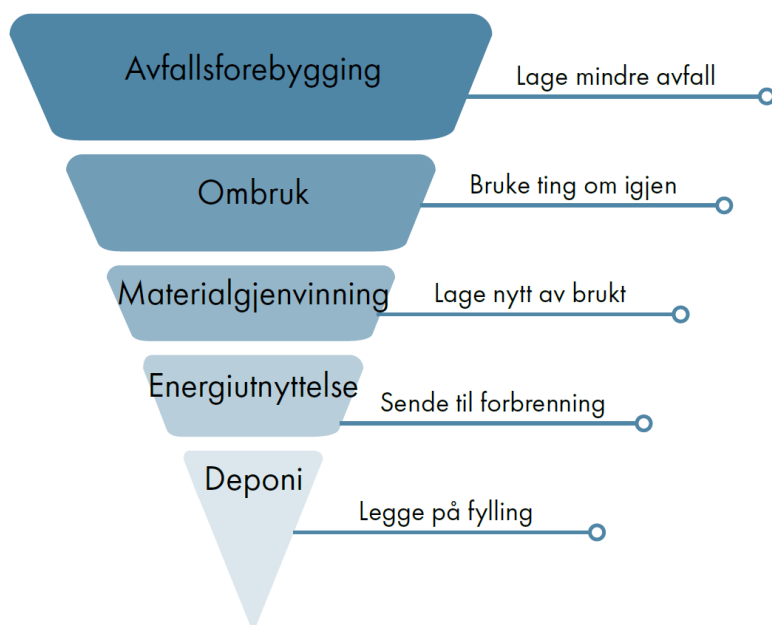
Kapittel 9 viser masteroppgavens vedlegg.

## 2 TEORETISK RAMMEVERK

Dette kapitlet presenterer relevant teori og forskning for oppgavens formål, problemstilling og forskningsspørsmål. Første delkapittel redegjør kort for overordnede føringer for ombruk av byggevarer, ved å se på målsettinger for avfallshåndtering og ombruk, og se på tallene for avfallshåndtering i Norge. De videre delkapitler redegjør for hvordan eksisterende bygg analyseres før man river per i dag, og hvordan slike analyser kan tilpasses kartlegging og vurdering av byggevarer for ombruk. Videre beskrives noen viktige parameter for å vurdere byggevarers ombrukspotensial, før lov- og regelverket ved ombruk av byggevarer gis en generell gjennomgang. Avslutningsvis beskrives kort tre prosjekters erfaringer med ombruk etter lov- og regelverket.

### 2.1 FØRINGER FOR OMBRUK AV BYGGEVARER

Ifølge Nordby (2018a, s. 4) er de nasjonale målene om reduserte klimagassutslipp, og den påfølgende etterspørsel av ombruksvarer i markedet, de største drivkreftene for å satse på ombruk av byggevarer. Norsk avfallspolitikk følger av EUs rammedirektiv for avfall (Direktiv 2008/98/EF, Avfallsdirektivet), og for BAE-sektoren er det gitt spesifikt mål i artikkel 11.2 om å øke andelen ombruk og gjenvinning av byggavfall til minst 70 % etter vekt innen 2020 (Den Europeiske Union, 2008). Håndtering av avfall fastsettes i Direktivets Kapittel 1, artikkel 4: *Avfallshåndteringshierarki*, illustrert i figur 2-1. Avfallshierarkiet skal anvendes i prioritert rekkefølge ved avfallshåndtering (fra øverst til nederst på figuren), og i lovgivning og retningslinjer for håndtering av avfall (NHP-nettverket, 2019).



Figur 2-1: EU's Avfallspyramide. Egenprodusert, inspirert av byggemiljø.no



Avfallsforebygging er førsteprioritet jf. Avfallsdirektivet. Forebygging omfatter tiltak som treffes før ting blir avfall, og som blant annet reduserer mengden avfall; «herunder ombruk av produkter eller forlengelse av produkters levetid» (Den Europeiske Union, 2008). For avfallshåndtering i byggeprosjekter som innebærer riving og rehabilitering, er avfallet i prinsippet allerede skapt - og ombruk vil ofte være det mest miljøvennlige alternativet.

Selve hensikten med ombruk er å bevare den innebygde energien og andre verdifulle ressurser som er benyttet i produksjon av produkter og materialer (Ellen MacArthur Foundation, 2019, s. 23). Jo lenger et produkt utnyttes, jo større vil besparelsen bli mht. råvarer, arbeidstimer, energi og kapital som har medgått til produksjonsprosessen. Ved å holde produkter i omløp i sin opprinnelige form, vil klimagassutslipp assosiert med nyproduksjon, transport og sluttbehandling kunne reduseres.

I praksis kan ombruk oppnås ved å ombruke hele bygg fremfor å rive dem, eller ved å ombruke enkelte bygningsdeler fra riveprosjekter enten i eksisterende bygg, eller andre steder (FutureBuilt, 2019). Dette fører Avfallsdirektivets prioritering for avfallshåndtering ett steg videre, mht. hvilken type ombruk som er den mest foretrukne, sett fra et miljøperspektiv. Man definerer da to ulike former for ombruk:

#### 1. Lokal ombruk:

Den mest miljøvennlige formen for ombruk er å bruke ting der de er; dette kalles gjerne «lokal ombruk». Det er gjennomført mange rehabiliteringsprosjekter der interiør og planløsning er revet, mens fundamenter og bærekonstruksjoner er bevart. Fundamenter og bærekonstruksjoner er som regel utført med utstrakt bruk av betong og stål, materialer som har høyt innhold av bundet energi og CO<sub>2</sub> fra tilvirkningsprosessen. Bevaring av disse gir størst miljøgevinst av ombrukstiltakene. (Sørnes *et al.*, 2014)

#### 2. Ombruk annensteds:

I tilfeller der det besluttes å rive hele eller deler av et bygg, kan ombruk muliggjøres ved demontering og omsetning av bygningsdeler, for å gi materialene forlenget levetid andre steder. Dette kalles gjerne «ombruk annensteds». Slik ombruk medfører ekstra klimagassutslipp og kostnader knyttet til bl.a. transport, bearbeiding og monteringsarbeider, men kan allikevel være mer miljøgunstig enn å bruke nytt. (Sørnes *et al.*, 2014)

Med hensyn til lovverk, brukes gjerne to andre begreper: Intern og ekstern ombruk (Nyland og Apelseth, 2019). Dette betegner hvorvidt byggevaren ombrukes under samme eierskap eller ikke. Dersom byggevaren omsettes, medfører dette egne lovkrav ved omsetning, i motsetning til om byggevaren ombrukes under samme eierskap. Hvilke lovkrav som inntreffer ved intern og ekstern ombruk, er beskrevet i kapittel 2.4.

## Begrepene ombruk og gjenbruk

Det er skrevet mange rapporter og artikler om «ombruk» og «gjenbruk», og det forekommer til tider upresis bruk av begrepene. Begrepene brukes ofte om hverandre; dette er feil, og her gis en forklaring på hvorfor.

Avfallsdirektivet setter grunnlaget for Europeisk avfallspolitikk – og derav grunnlaget for hvordan ulike typer tiltak innen avfallshåndtering defineres. Direktivet definerer ombruk som «*enhver operasjon hvor produkter eller komponenter som ikke er avfall, brukes om igjen til samme formål som de var laget for.*» Flere fagkyndige aktører (Sørnes *et al.*, 2014, Grønn Byggallianse, 2019, Nordby, 2018) definerer ombruk i tråd med denne definisjonen. I dokumenter fra EU (European commission 2018, 2020) utgitt etter Avfallsdirektivet, brukes ombruk i tillegg for tilfeller hvor byggevaren benyttes videre i samme form, men til andre formål.

Felles for de norske kildene er at de skiller mellom begrepene gjenbruk og ombruk, da gjenbruk gjerne brukes om både ombruk og gjenvinning. Definisjonen som er lagt til grunn kommer opprinnelig fra bl.a. (Norsas, 1999) og (Rognlien, 2002), og er som følger: *Nyttiggjøring av materialer og andre restprodukter ved ombruk eller materialgjenvinning*»

Forskjellen mellom begrepene har altså vært kjent i fagmiljøet over lengre tid. Det er derfor usikkert når og hvorfor feiltolkningen «ombruk = gjenbruk» har oppstått, men én mulig forklaring er at begrepsbruken er påvirket av det danske begrepet for ombruk, «genbrug». Følgelig kan man se av den danske avfallspyramiden at «genbrug» er trinn to – det er derfor rimelig å anta at den norske feilbruken kommer av direkte oversettelse fra dansk til «gjenbruk».

Under webinaret *Er ombruk en omvei til sirkulærøkonomi?* stilte undertegnede spørsmål ved denne begrepsbruken. Der ble det bekreftet fra faglig hold at mistanken om begrepets danske opprinnelse er korrekt. Samtidig ble det lagt til at begrepet «gjenbruk» bør unngås i Norge, nettopp fordi det kan brukes om både ombruk og gjenvinning. Dermed brukes ikke begrepet «gjenbruk» i oppgaven, med unntak av gjengivelse av litteratur der begrepet er brukt.

## Andre føringer for ombruk

Nasjonal Handlingsplan for bygg- og anleggsavfall (NHP4)

Byggenæringen og avfallsbransjens visjon og mål for håndtering og minimering av byggavfall fastsettes i *Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall (NHP4)*, som gjelder for perioden 2017-2020. NHP4 er den fjerde utgaven av handlingsplanen, den første planen ble utarbeidet i 2001 (NHPs sekretariat, 2017, s. 3). Handlingsplanen gjennomføres av NHP-nettverket, et nettverk i bygg- og anleggsnæringen. NHP4 tar for seg tre hovedmål (NHPs sekretariat, 2017, s. 8):

1. Bidra til forsvarlig håndtering av alt farlig bygg- og anleggsavfall (må ikke forveksles med byggavfall), og hindre resirkulering av miljøgifter.
2. Oppfylle EUs mål om å oppnå 70 % materialgjenvinning av alt bygg- og anleggsavfall i 2020 (Avfallsdirektivet).
3. Minimerer mengden bygg- og anleggsavfall ved riving, rehabilitering og nybygging.

EUs Circular Economy Action Plan

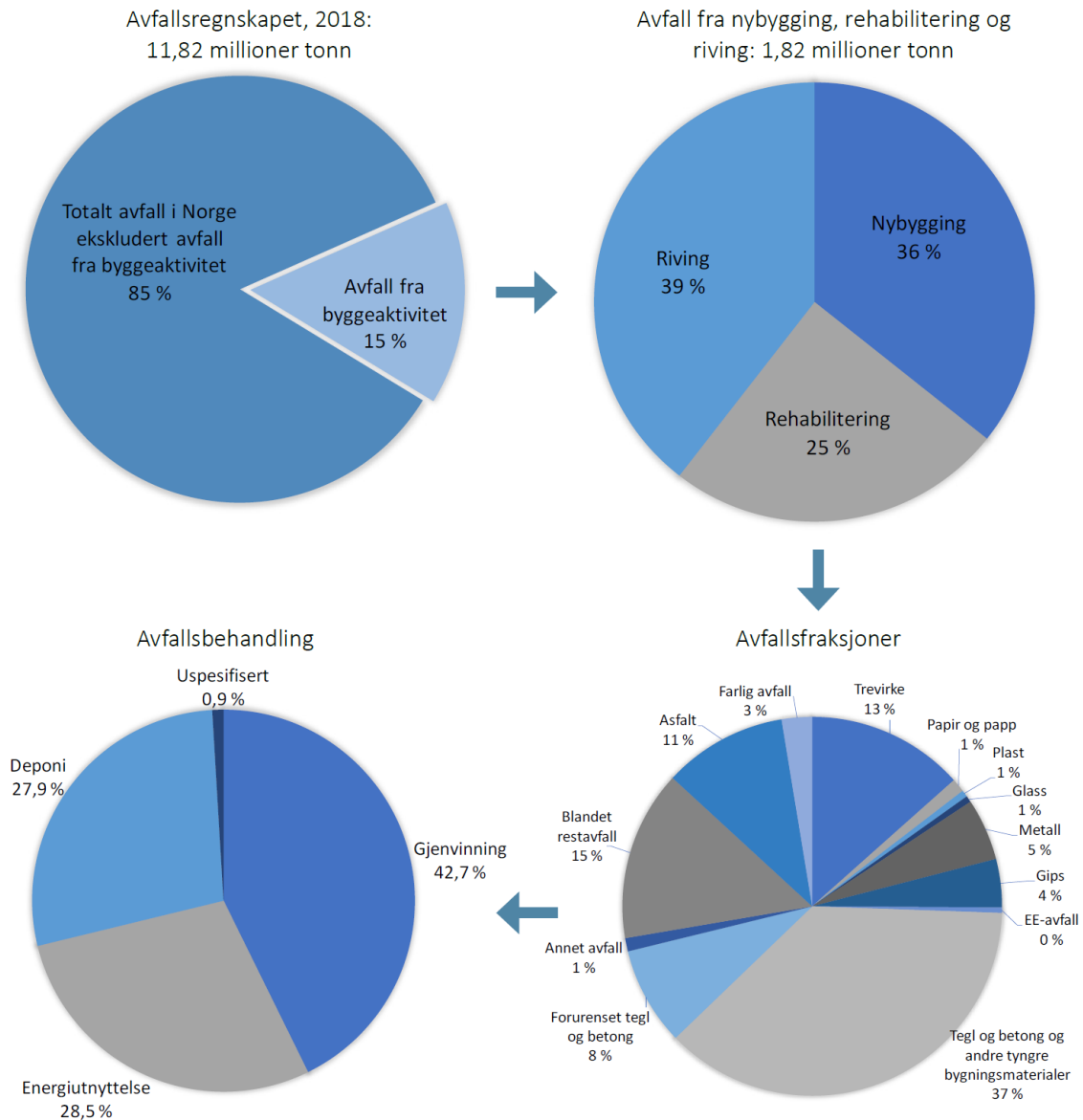
*The Circular Economy Action Plan* (Handlingsplanen for sirkulærøkonomi) ble presentert 11. desember 2019 som en del av EUs veikart for å gjøre den europeiske økonomien bærekraftig: *The European Green deal*. (European Commission, 2020b). I veikartet er oppskaleringen av det sirkulære Europa et helt avgjørende tiltak for å innfri EUs ambisjoner om å bli det første klimanøytrale kontinentet innen 2050; og i handlingsplanen anerkjennes det faktum at en bærekraftig økonomi er en sirkulær økonomi. Handlingsplanen presenterer en agenda for å oppnå et renere og mer konkurransedyktig Europa i samarbeid med økonomiske aktører, forbrukere, innbyggere og organisasjoner (European Commission, 2020a, s. 4).

Handlingsplanen omtaler syv nøkkelsektorer, deriblant *Construction and buildings*; BAE-sektoren. EU planlegger å utnytte potensialet for å øke ressursutnyttelse og redusere klimapåvirkningen av BAE-sektoren, ved å lansere en ny, omfattende strategi for et bærekraftig bygget miljø (*Strategy for a Sustainable Built Environment*). Strategien skal presenteres ila. 2021, og vil fremme sirkulærøkonomi gjennom hele livssyklusen for bygg og eiendom; dette ved blant annet å adressere byggevarers bærekraftige egenskaper ved revidering av Byggevareforordningen (se kap. 2.4.3) og krav til ressursutnyttelse av spesifikke avfallsstrømmer, eksempelvis byggavfall (European Commission, 2020a, s. 14).

Ifølge Grønn Byggallianse vil det ta tid før denne strategien påvirker den norske BAE-sektorens daglige drift. For aktørene som vil ta del i det sirkulære skiftet, er det dog viktig å kjenne til strategiens omfang og definerte retning allerede nå (Solgaard, 2020).

### 2.1.1 AVFALL FRA BYGGEAKTIVITET

Hvert år genereres enorme mengder avfall fra byggeaktivitet. I 2018 ble det generert 1,82 millioner tonn byggavfall, 15 % av totalt avfall i Norge (Statistisk sentralbyrå, 2020b). Under halvparten av dette gjenvinnes. Figur 2-2 viser avfallsstatistikken fra 2018.



Figur 2-2: Avfallsstatistikken 2018, egenprodusert. Kilde: SSB.

I 2018 ble 42,7 % gjenvunnet, 28,5 % energiutnyttet og 27,9 % deponert; og angivelig 0 % ombrukt. Dette er et godt stykke unna EUs mål om 70 % ombruk og gjenvinning innen 2020. De største avfallsfraksjonene fra byggavfall er tegl og betong (45 %), blandet restavfall (15 %), trevirke (13 %) og asfalt (11 %). Alt av asfalt gjenvinnes, mens om lag 48 % av alt betong og tegl gjenvinnes. Samtidig utgjør betong og tegl 54 % av alt som deponeres. For restavfall og trevirke, sendes henholdsvis 99 og 98 % til energigjenvinning ved brenning. For mindre fraksjoner som metall (5 %) gjenvinnes alt, mens om lag 51 % av gips (4%) gjenvinnes. (Statistisk sentralbyrå, 2020a)

## 2.2 OMBRUKSANALYSER: OMFANG OG GJENNOMFØRING

Nærmere 40 % av årlig byggavfall genereres som følge av riving (Statistisk sentralbyrå, 2020a). Ifølge Nordby (2018b, s. 5) er det grunn til å tro at rivingsraten vil øke, etter hvert som bygningene fra tiårene etter 2. verdenskrig når sin funksjonelle levetid. For at ressursene fra denne bygningsmassen skal utnyttes fremfor å bli avfall, er man nødt til ta i bruk metoder for å utnytte disse videre i tråd med avfallspyramidens prioriteringer. Dette delkapittelet undersøker beskrevne metoder for gjennomføring av ombruksanalyser, med sikte på å redegjøre for hvordan byggevarer kan kartlegges og vurderes for økt ombruk før man river/rehabiliterer bygninger.

### 2.2.1 HVORFOR GJENNOMFØRE OMBRUKSANALYSER?

I Norge er det lovpålagt å gjennomføre miljøkartlegging av bygningsdeler, installasjoner o.l. som kan utgjøre farlig avfall ved tiltak i eksisterende bygg, se kap. 2.4.2. Miljøkartlegging gjøres med det formål å sikre forsvarlig håndtering av alt farlig avfall i eksisterende bygg før oppstart av rivearbeider (DiBK, 2017). Loven sier ingenting om kartlegging av byggevarers potensiale for ombruk.

Ifølge Sørnes et al. (2014, s. 12) er en grunnleggende forutsetning for økt ombruk at potensielle interessenter til en hver tid har tilgang til omfanget av tilgjengelige ombruksvarer. Nordby (2018b, s. 4) beskriver manglende informasjon om tilgjengelige ombruksvarer som et vesentlig hinder for ombruk. En utvidelse av kravet om miljøkartlegging til også å omfatte en spesifikk «ombrukskartlegging», slik at byggevarer kan gjøres tilgjengelig for eksterne aktører før rivearbeidene starter, kan bidra til å løse dette (Nordby, 2018b, s. 29). I rapporten *Forsvarlig ombruk av byggevarer* omtales ombrukskartlegging som et viktig aspekt ved ombruk, og et krav til slik kartlegging vil ifølge rapporten kunne bidra til økt ombruk (Kilvær et al., 2019, s. 119). For å lykkes med økt ombruk og gjenvinning i rive- og rehabiliteringsprosjekter, bør man ifølge Grønn Byggallianse gjennomføre en spesifikk kartlegging, som redegjør for ombrukspotensialet i byggets innebygde ressurser (Grønn Byggallianse, 2019, s. 5). Ifølge Wahlström et al. (2019, s. 57) er det et anerkjent faktum at jo tidligere ombruksanalyser blir gjennomført, jo større sannsynlighet for at avfallet kan sorteres for ulik ressursutnyttelse på en god måte, og således gi økt ombruk.

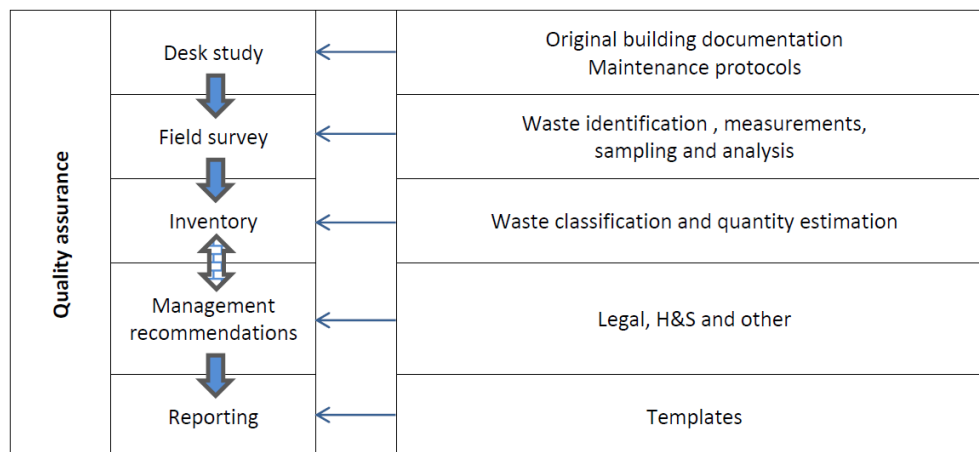
Begrepet «ombrukskartlegging» er lite omtalt i norsk litteratur. Nordby (2018b) og Kilvær et al. (2019) omtaler begrepet, uten at det redegjøres for begrepsdefinisjon eller videre utdypning av hvilket omfang en slik kartlegging i praksis innebærer. I en rapport vedrørende det kommende ombruksprosjektet i Kristian Augusts gate 23 (KA23) er det i prosjektbeskrivelsen oppgitt at «*det er foretatt en omfattende ombrukskartlegging for å avdekke miljøkonsekvenser knyttet til riving versus ombruk og oppgradering av*

eksisterende bygningskomponenter» (FutureBuilt, 2020). KA23 følger Futurebuilts *kriterier for sirkulær bygg*. Altså er ombrukskartlegging mer enn bare kartlegging av byggevarer for ombruk, det innebærer også en form for vurdering.

Futurebuilt er et forbildeprogram for bærekraftige bygg i Osloregionen (Futurebuilt, 2016). I Futurebuilts kriterier for sirkulære bygg beskriver krav 3.2. *Ressursutnyttelse ved rivearbeider* at det ved riving av bygninger, helt eller delvis, skal gjennomføres kartlegging mht. potensiale for ombruk lokalt og annensteds (FutureBuilt, 2019, s. 4). Det er tydelig at ombrukskartlegginger er noe det jobbes med i Norge, men konkrete retningslinjer for gjennomføring e.l. er ikke funnet på norsk. På denne fronten er EU langt fremme med å finansiere forskning, og publisere veiledende dokumenter for kartlegging og vurdering av avfall ved tiltak i eksisterende bygg.

### 2.2.2 RETNINGSLINJER FOR ANALYSER FØR MAN RIVER/REHABILITERER

EU-kommisjonen lanserte i 2018 rapporten *Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings*. Som det fremgår av tittelen gir rapporten retningslinjer for hvordan man kan gjennomføre en «waste audit» (oversettes «avfallsanalyse» videre) innen man river/rehabiliterer bygninger. Med utgangspunkt i dokumentets nok så lange definisjon av begrepet, fremgår det at en avfallsanalyse innebærer både en kvalitativ og kvantitativ vurdering av de genererte avfallsmengder i tiltaket; dvs. en angivelse av hvilke typer materialer (kvalitativt), og totale avfallsmengder (kvantitativt). I tillegg kan den inkludere beskrivelser av hvordan avfallet kan utnyttes videre ved ombruk og gjenvinning, basert på vurderinger av bl.a. lovgivning, økonomi og tilgjengelig infrastruktur for avfallsbehandling (European Commission, 2018, s. 39). Målet med avfallsanalysen er å utarbeide et dokument, som skal medfølge byggherrens søknad om tillatelse til å gjennomføre tiltaket, samt legge føringer for arbeidene som utlyses i anbudsbeskrivelsen (European Commission, 2018, s. 7). Rapporten beskriver videre en anbefalt prosess for avfallsanalyser, se figur 2-3 (European Commission, 2018, s. 10).



Figur 2-3: Anbefalt prosess, waste audit. Kilde: European Commission (2018)

Her gjengis beskrivelsene av delstegene i figur 2-3. Beskrivelsene er oversatt til norsk av undertegnede (European Commission, 2018, s. 11-15):

#### 1. Forberedende studie (Desk study)

Den forberedende studien tar sikte på å samle inn all relevant informasjon fra tilgjengelig bygningsdokumentasjon eller andre arbeider, eksempelvis miljøkartlegging. Her er det viktig å inkludere blant annet byggets alder, opprinnelige tegninger, dokumentasjon fra driftsfase, evt. miljøkartlegging og kjennskap til nærmeste avfallsmottak og deponi.

#### 2. Befaring (Field survey)

Befaringen består av visuelle inspeksjoner av samtlige rom som påvirkes av rive- eller rehabiliteringsprosjektet. Underveis kan man sammenligne det faktiske bygget med funnene fra de forberedende studiene, og sørge for å undersøke alle relevante materialer. Notater og fotografier er et godt verktøy for det videre arbeidet. Befaringen er også en mulighet for å etablere kommunikasjon mellom de ulike partene involvert i prosjektet.

#### 3. Kartlegging (Inventory)

Kartleggingen bør inkludere resultater fra materialprøver fra miljøkartlegging og tilstandsanalyse, mht. tilstandsgrad, farlig avfall. Informasjon om de kartlagte byggevarene bør struktureres på en slik måte at de ikke kun viser total avfallsmengde, men også mengden av de ulike materialene. Videre bør det gis informasjon som identifiserer byggevarene i bygget; id-nummer, lokasjon, m.m.

#### 4. Anbefalinger til avfallshåndtering (Management recommendations)

Anbefalingene bør inkludere retningslinjer for sikker avfallshåndtering av farlig avfall, muligheter for ombruk og gjenvinning av materialer av høy verdi, forhold vedrørende mellomagring, transport og bearbeiding av materialene, m.m. Forekomster av asbest bør vurderes særskilt i miljøkartlegginger; i Norge gjelder dette bygninger oppført/rehabilitert mellom 1920-1985 (Valde og Ottesen, 2017). Videre kan anbefalingene gi informasjon om bl.a. nasjonalt lov- og regelverk tilknyttet gjennomføring av ombruk, gjenvinning, etc., og anbefalinger til hvordan rivemetode, frakt og lagringsmuligheter kan tilpasses ombruk.

#### 5. Sluttrapport (Reporting)

Sluttrapporten bør ha en oppbygning som innleder med å redegjøre for rapportens omfang; generell prosjektbeskrivelse, informasjon om eierskap, lokasjon, tidligere renoveringer, m.m. Hoveddelen struktureres som et sammendrag, som blant annet bør inneholde estimerte avfallsmengder av hver avfallsfraksjon, oversikt over farlig avfall, beskrivelse av brukt metodikk i vurderingen og liste over tilgjengelig dokumentasjon. Rapporten må inneholde en inventarliste av de vurderte byggevarene.

Kvalitetssikring (Quality assurance)

Parallelt med en avfallsanalyse bør det gjennomføres kvalitetssikring av arbeidene, utført av uavhengig tredjepart (lokal myndighet, sertifisert aktør, e.l.). Kvalitetssikring kan foregå i tre delsteg: [1] Innledende kontroll av selve avfallsanalysen før rivearbeidene starter, [2] kontrollering underveis mht. om de beregnede mengder samstemmer med de faktiske genererte mengder samt hvorvidt avfallshåndteringen foregår etter planen, og til slutt [3] en evaluering av de gjennomførte arbeidene (European Commission, 2018).

**Waste audit, Pre-demolition audit – hva er forskjellen?**

Ifølge boken *Improving quality of construction & demolition waste- Requirements for pre-demolition audit* skrevet av Wahlström et al. (2019) for *Nordic Council of Ministers*, er målet med en avfallsanalyse å tilrettelegge og maksimere ressursutnyttelse i tråd med EU-protokollen *EU Construction & Demolition Waste Management Protocol* (European Commission, 2016). Ifølge Wahlström et al. (2019) er en avfallsanalyse bare en del av den fullstendige vurderingen som må gjennomføres før riving/rehabilitering av bygg, som betegnes «*pre-demolition audit*» i den nevnte EU-protokoll (Wahlström et al., 2019, s. 19). En *pre-demolition audit* understøtter mulighetene for å kartlegge større volum av kvalitetsmaterialer, og eksterne interessenter kan identifiseres i god tid før man river/rehabiliterer (Wahlström et al., 2019, s. 86). EU-protokollen gir en beskrivelse av hva som omfattes av begrepet *pre-demolition audit* (European Commission, 2016, s. 8):

En *pre-demolition audit* er todelt: Den første delen omfatter innsamling av informasjon; alle avfallsfraksjoner som genereres som følge av rivingen/rehabiliteringen skal identifiseres, mht. mengder, kvalitet og lokasjon i bygget. Den andre delen skal inneholde informasjon om:

1. Hvilke materialer som er farlig avfall, og følgelig må saneres;
2. Hvilke materialer som kan ombrukes/gjenvinnes og ikke;
3. Hvordan avfallet håndteres (inkludert farlig avfall), og hvilke muligheter man har for å ombruke/gjenvinne materialene.

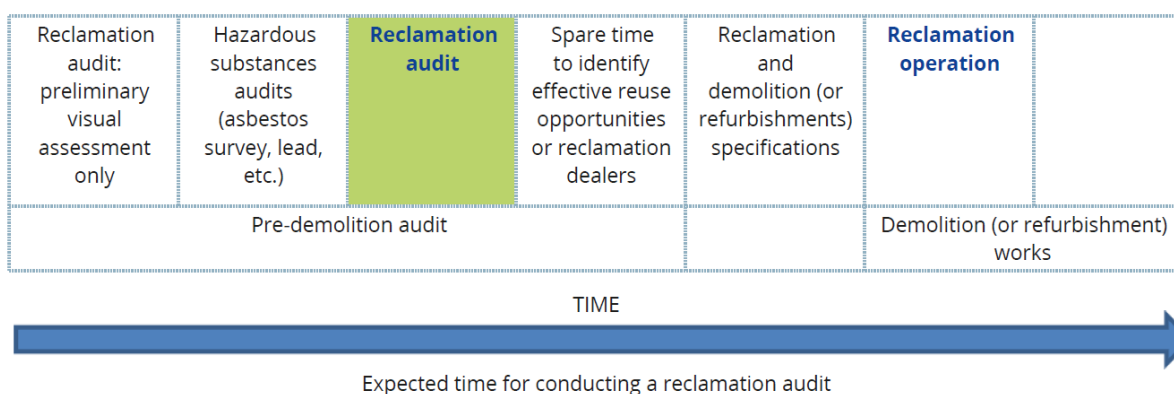
En *pre-demolition audit* omhandler hvilke materialer som skal ressursutnytted mht. ombruk, gjenvinning, osv. Videre vil en «*waste management plan*» utrede hvordan materialene kan ressursutnytted. En god *waste management plan* inneholder informasjon om riveprosessen steg for steg; hvem som utfører arbeidene, hvilke hensyn vedrørende HMS som må ivaretas under arbeidene, hvilke materialer som skal ressursutnytted, hvordan de skal transporteres, og hvilken avfallshåndtering (ombruk, gjenvinning, osv.) som vil gjennomføres for de ulike avfallsfraksjonene. Planen skal omfatte både farlig avfall og ikke-farlig avfall. (European Commission, 2016, s. 8)



Som det fremgår av EU-protokollen (European Commission, 2016) og retningslinjene (European Commission, 2018), brukes ulike begreper for å beskrive omtrent de samme arbeidene. I EUs relativt ferske dokument *Circular Economy - Principles for Building Design* (European Commission, 2020c, s. 5) sammenfattes begrepene *waste audit* og *pre-demolition audit*. Dokumentet omtaler EU-kommisjonens tidligere arbeid med begrepet «*pre-demolition waste audits*», og går deretter over til å bruke kun *pre-demolition audit*. Dette understøttes også av den nyeste veilederen innen ombruksvurderinger (Deweerd et al., 2020, s. 11), som samtidig innfører et nytt begrep.

## Reclamation audit

*A guide for identifying the reuse potential of construction products*, er et prosjekt finansiert gjennom EUs støtteordning for transnasjonalt samarbeid i Nord-vest Europa (Interregional North-West Europe: Interreg NWE)<sup>4</sup>. I det første utkastet fra rapporten brukes begrepet «*reclamation audit*», definert som «*handlingen med å foreta en vurdering av potensielt ombrukbare byggematerialer og byggevarer, etter at beslutningen om å rive et bygg er tatt*» (Deweerd et al., 2020, s. 62). Definisjonen er oversatt av undertegnede. Selve formålet med en slik vurdering er å gi et godt estimat av ombruksmuligheter man har ved riving/rehabilitering, og å gi en detaljert liste over elementer som presenterer et sterkt potensial for ombruk i en gitt kontekst (Deweerd et al., 2020, s. 22). Vurderingen resulterer da i en «*reclamation inventory*»; altså en kartlegging av ombrukbare produkter i byggverket. Ifølge European Commission (2016 og 2018) og Wahlström et al. (2019) er slike ombruksvurderinger en del av en helhetlig *pre-demolition audit*; dette fremgår også av veilederen fra Deweerd et al. (2020), som presenterer følgende illustrasjon av den forberedende prosessen i rive- og rehabiliteringsprosjekter:



Figur 2-4: Forventet tidspunkt for gjennomføring av reclamation audit. Kilde: Deweerd et al. (2020)

<sup>4</sup> Mer om Interreg NWE: <https://www.nweurope.eu/about-the-programme/what-is-interreg-nwe/>

En *Reclamation audit* er altså den kvalitative vurderingen av ombrukspotensialet i et gitt rive/rehabiliteringsprosjekt; etter at en kvantitativ vurdering (estimat) er gjort mht. totale genererte avfallsmengder som følger av tiltaket. Ifølge Deweerdt et al (2020, s. 6) er slike ombruksvurderinger helt avgjørende for å øke ombruksgraden i BAE-sektoren. Deweerdt et al. (2020, s. 36-40) anbefaler to metoder for å vurdere byggevarers egnethet for ombruk:

1. Erfaringsbasert vurdering
2. Vurdering basert på sjekkliste

#### 1. Erfaringsbasert vurdering

I en erfaringsbasert vurdering, må man ha kunnskap om hvilke byggevarer som erfaringsmessig er etterspurte produkter i bruktmarkedet. Deweerdt et al. (2020, s. 36) trekker frem mursten med spesifikk alder og sammenføyningsmetode, takstein, treverk, plater av mineralull, dører, sanitærutstyr, m.m.

#### 2. Vurdering basert på sjekkliste

Denne metoden bygger på en sjekkliste utarbeidet av Deweerdt *et al.* (2020). Følgende parametere adresseres (Deweerdt *et al.*, 2020, s. 37-39):

- Byggevarens tilstand
- Tilstrekkelige mengder
- Homogenitet/standarddimensjoner
- Autentisitet og verdi
- Økonomisk verdi
- Demontering
- Logistikk
- Miljømessig vurdering

Sjekklisten er ikke ment som en komplett liste, men inneholder parametere som bør hensyntas ved en komplett vurdering (Deweerdt *et al.*, 2020, s. 40).

Uansett hvilken metodikk man velger å følge ved gjennomføring av en *Reclamation audit*, er det helt tydelig at det kreves en spesifikk kunnskap innenfor et tverrfaglig spekter av fagområder. Ifølge Deweerdt *et al.* (2020, s. 16) kan en *Reclamation audit* gjennomføres av arkitekter, byggherrer, entreprenører, rådgivende ingeniører og ombruksekspertter, alt etter hva som er formålet og hvor detaljert kartleggingen skal være.

I neste underkapittel redegjøres for hvordan ombruksanalyser kan gjennomføres for å innfri krav i miljøsertifiseringene BREEAM-NOR og Svanemerket.

## 2.2.3 OMBRUKSANALYSER VED MILJØSERTIFISERING

### BREEAM-NOR (versjon 1.2)

BREEAM-NOR er den norske versjonen av det internasjonale miljøsertifiseringsordningen for bygg, BREEAM. Ifølge Grønn Byggallianse er BREEAM verdens eldste miljøsertifiseringsordning, stiftet i 1990 (Grønn Byggallianse, 2015). Manualen består av en rekke emner fordelt på ti tekniske kategorier, og det finnes seks BREEAM-klassifiseringer basert på hvor mange krav som oppfylles (Grønn Byggallianse, 2019). Ifølge Sørnes *et al.* (2014, s. 12) er BREEAM en markedsdriver for økt ombruk, fordi den gir poeng ved gjennomføring av ombruk i rehabiliteringsprosjekter.

Etter BREEAM-NOR-manualens vedlegg C, kan større rehabiliteringsprosjekter inntil videre sertifiseres etter manualen for nybygg; det finnes ikke en dedikert manual for rehabilitering av bygg per i dag. «Større rehabilitering» innebærer blant annet en vesentlig endring av eksisterende klimaskjerm og konstruksjon, som påvirker byggets ytelse vesentlig. (Grønn Byggallianse, 2019, s. 314)

Etter emne Waste 01 pkt. 7 stilles det krav til gjennomføring av «mulighetsstudie før riving» (oversatt fra «pre-demolition audit» i BREEAM-NOR-manualen), for å avgjøre om rehabilitering/ombruk er mulig. Studien må omfatte (Grønn Byggallianse, 2019, s. 213):

- a) *identifisering av de viktigste rehabiliterings-/rivningsmaterialene*
- b) *potensielle bruksområder og tilknyttede problemer i forbindelse med ombruk og gjenvinning av de viktigste rehabiliterings- og rivningsmaterialene»*

I manualen (Grønn Byggallianse, 2019, s. 214) henvises det til veilederen *Hvordan planlegge for mindre avfall*, som beskriver en mulig fremgangsmetode for gjennomføring av mulighetsstudie i tråd med Waste 01 pkt. 7 (Nordby og Wærner, 2017). Mulighetsstudien bør knyttes til tilstandsanalyse og miljøkartlegging. Mulighetsstudien skal inneholde (Nordby og Wærner, 2017, s. 18-20):

- a) En bedømming av byggverkets egnethet og tilpasningsdyktighet for rehabiliteringsprosjektets formål.
- b) Byggverkets og de tekniske installasjonenes tilstand og forventede levetid.
- c) En mulighetsstudie for å vurdere hvilke bygningsdeler, bygningsmaterialer og tekniske installasjoner som kan ombrukes. Undersøkelsen skal minst omfatte: Ventilasjonskanaler, trapper, golv, inner- og ytterdører, vinduer, bygningsplater, takbelegg, fasade, teglstein, betong, konstruksjonsvirke, steinmaterialer, fast innredning og sanitærporselen. Rapporten må gi anbefalinger for demontering og sortering. Deretter beskrives potensielle bruksområder/nedstrømsløsninger for materialfraksjonene. Mest mulig lokal anvendelse søkes oppnådd, og de øverste

trinnene i avfallspyramiden prioriteres. Det beskrives også utfordringer knyttet til den foreslåtte anvendelsen.

- d) Punktene ovenfor skal resultere i en plan for bevaring og ombruk av bygningsdeler, -materialer og installasjonene enten i dette prosjektet eller i andre bygninger.

Videre skal mulighetsstudien omfatte:

- Beregnet mengde av de utvalgte bygningsmaterialene/ bygningsdelene.
- Angi en lagringsplass for materialene, som ikke ødelegger mulighetene for ombruk.
- Dersom det finnes produkter eller materialer som omfattes av produsentansvarsordninger (closed loop recycling); oppgi materialtype, mottaker og omtrentlige mengder.

### Svanemerkets kriterier for renovering (vol. 1.3)

Svanemerket er den offisielle miljømerkingen i Norden, og forvaltes av stiftelsen Miljømerking i Norge (Miljømerking, 2012). Stiftelsen ble opprettet i 1989 for å følge opp Brundtlandrapporten (*Our common future*), og sørge for at det å velge miljøriktig ble en mulighet for alle. Siden 2005 har det vært mulig å Svanemerke en rekke typer nybygg, og i 2017 ble det også mulig å Svanemerke renoveringsprosjekter (Nordisk Miljömärkning, 2018). Alle videre gjengivelser av kriteriene er oversatt fra svensk av undertegnede.

Ved renovering etter Svanemerket er man garantert at:

- Bygget er like energieffektivt som et nybygg
- Bygget har et godt innemiljø og lave emisjoner av farlige kjemikalier
- Har blitt miljøkartlagt og helse- og miljøfarlige stoffer og farlig avfall har blitt håndtert korrekt
- Byggprodukter, materialer og kjemiske produkter oppfyller strenge miljø- og helsekrav
- Renoveringen har fremmet ombruk av byggprodukter og materialer

(Nordisk Miljömärkning, 2019, s. 4)

Ved oppfyllelse av kriterieriene er det ingen grad av oppnåelse; kun bestått/ikke bestått. Det betyr at alle 46 O-krav (obligatoriske krav), må innfris. I tillegg er det 15 vedlegg som legger føringer for hvordan flere av kravene kan innfris. For å kunne svanemerke et rehabiliteringsprosjekt må én av følgende forutsetninger være oppfylt:

- *Rehabiliteringens omfang, ekskludert riving, skal utgjøre minst 25 % av eksisterende byggs markedsverdi.*
- *Rehabiliteringen omfatter minst 25 % av klimaskallets totale overflateareal.*

(Nordisk Miljömärkning, 2019, s. 5)

I likhet med BREEAM-NOR stiller Svanemerket krav til at det skal redegjøres for muligheter for ressursutnyttelse ved riving/rehabilitering. I tillegg stilles det tallfestede delkrav til hvor omfattende ombruk av byggematerialer må være. Her gjengis krav O3 og O31 (Nordisk Miljömärkning, 2019, s. 10):

Krav O3 Tilstandsanalyse og plan for ressursutnyttelse

Før rivearbeidene starter skal det utarbeides en tilstandsanalyse og en plan for bevaring og ombruk. Tilstandsanalysen skal minst omfatte:

- a) En vurdering av bygningens egnethet og tilpasningsdyktighet for renoveringsprosjektets formål.
- b) En beskrivelse av bygningens, bygningsdelenes og de tekniske installasjonenes tilstand og forventede restlevetid.
- c) En analyse av muligheten for å bevare eller ombruke bygningsdeler, materialer og tekniske installasjoner.

Analysen skal minst omfatte: Bygningskropp, ventilasjonskanaler, trapper, gulv, inner- og ytterdører, vinduer, takbelegg, fasader, betong, steinmaterialer, konstruksjonsvirke, fast innredning og sanitærdeler. Når beslutning om bevaring og ombruk tas, må resultatene fra tilstandsanalyse, miljøsaneringsrapport (O4) og fuktkartlegging (O5) tas i betraktning.

- d) *Plan for ressursutnyttelse:* Punktene over (a-c) skal resultere i en plan for ressursutnyttelse, altså en plan for hva som skal bevares og ombrukes. Planen skal omfatte:
  - Estimert mengde for de utvalgte bygningsdelene/materialene.
  - Angitt fasilitet for mellomlagring, som ikke ødelegger mulighetene for ombruk.
  - Dersom det finnes produkter eller materialer som omfattes av produsentansvarsordninger (closed loop recycling); oppgi materialtype, mottaker og omtrentlige mengder.

Krav O31 Ressurseffektive materialvalg

For å fremme ressurseffektive og klimaeffektive materialvalg skal minst tre av følgende delkrav innfris (Nordisk Miljömärkning, 2019, s. 33):

1. En produktkategori der minst halve behovet dekkes av Svanemerkede eller EU Ecolabel-merkede produkter. Se vedlegg 15 for en oversikt over produktkategorier. Dersom tiltaket repeteres for flere produktkategorier, teller det som et ekstra tiltak.
2. Minst 20 % av bygningsdeler/-materialer (med unntak av fasader) som er vurdert i O3 som ombrukbare, brukes om enten i dette eller i annet prosjekt.

3. Minst 50 % av fasaden bevares eller gis bruk i en annen funksjon, enten i dette eller i annet prosjekt.
4. Minst 20 % av produktbehovet i en produktkategori dekkes av ombruke produkter nedfelt i vedlegg 13 eller har verifisert uønskede stoffer i tråd med vedlegg 3. Se krav O30. Dette gjelder produkter som tilføres fra andre prosjekt eller som anskaffes fra ombruksmarkedet.
5. Livssyklusdesign for ombruk. Minst fem større bygningsdeler skal være livssyklusdesignet (fra prosjektering til utføring, med beskrivelse over demontering og muligheter for ombruk og gjenvinning).
6. Tre eller andre fornybare materialer benyttes i bygningskropp/bærende konstruksjon eller som vedlikeholdsfri fasade.

### Svanemerket VS. BREEAM-NOR

I en rapport fra Norconsult (2018) er Svanemerkets kriterier sammenlignet med BREEAM-NOR og TEK17. Ved sertifisering etter Svanemerket, stilles det i større grad spesifikke krav til løsninger, produkter og materialer. Ved sertifisering etter BREEAM-NOR stilles det i større grad krav til prosess, der valg av tiltak skal gjøres basert på en vurdering av hva som er mest egnet for det gitte prosjekt. I praksis betyr dette at et Svanemerket bygg gir mer entydige kvaliteter, mens et BREEAM-NOR-sertifisert bygg vil byggets kvalitet avhenge av gitt klassifiseringsnivå og hvilke kategorier det er fokusert på ved måloppnåelse. (Norconsult, 2018, s. 3)

Hva angår kravene til ombruk, stiller disse i stor grad de samme kravene til omfanget av kartlegging og vurdering. Fremgangsmetoden for å gjennomføre mulighetsstudie som oppfyller krav Waste 01, pkt. 7 i BREEAM-NOR, er så og si identisk med metoden som beskrives i krav O3 i Svanemerket renovering. Forskjellen blir, som påpekt av Norconsult (2018), at man ved en BREEAM-NOR-sertifisering ikke nødvendigvis har hatt ombruk som et mål i prosjektet, og dermed har unnlatt å inkludere dette kravet i prosjektet. Ser man på krav Waste 01 er det obligatorisk å oppnå minst ett av tre mulige poeng, kun dersom man ønsker toppklassifisering. Dersom man gjenvinner 75 % av byggavfallet etter vekt, kan det poenget oppnås; altså er ikke ombruksanalyse et krav i BREEAM-NOR (Grønn Byggallianse, 2019, s. 213). Ved Svanemerket renovering er dette kravet obligatorisk – og man kan altså med visshet være sikker på at «*Renoveringen har fremmet gjenbruk av byggprodukter og materialer*», som Svanemerket jo garanterer. Basert på dette kan man si at Svanemerket prioriterer ombruk i større grad enn BREEAM-NOR, per i dag.

### 2.3 BYGGEVARERS OMBRUKSPOTENSIAL

I forrige delkapittel ble prosessen ved kartlegging av byggevarer for ombruk undersøkt. Men hvordan avgjør man om en byggevare er egnet for ombruk? Som beskrevet i forrige kapittel, vil en miljøkartlegging luke ut hvilke byggevarer som er farlig avfall – og som derav er uaktuelle for videre ressursutnyttelse. For byggevarene som ikke er farlig avfall, må det dog legges noen konkrete kriterier til grunn, ved vurdering av hvorvidt disse skal inkluderes i anbefalingene til ombruk i den ferdige ombruksanalyse. Dette ble omtalt som en *reclamation audit* av Deweerdt *et al.* (2020).

Sørnes *et al.* (2014) benytter hovedtemaene miljøgevinst, tekniske og økonomiske utfordringer og HMS ved vurdering av byggevarers ombrukspotensial. Nordby (2018b) peker ut markedsmessige, organisatoriske og økonomiske barrierer, og angir flere parameter innenfor disse tre hovedtemaene, som vil påvirke byggevarers ombrukspotensial. Kilvær *et al.* (2019) vurderer ombrukspotensial ut ifra demontering, mellomlagring, bearbeiding og redokumentering. I sjekklisten til Deweerdt *et al.* (2020) fremheves byggevarens tilstand, tilstrekkelige mengder, homogenitet, autentisitet og verdi, økonomisk verdi, demontering, logistikk og miljømessig vurdering. Ombruk av byggevarer er åpenbart et tverrfaglig og sammensatt tema; og det er ressurskrevende å redegjøre for alle relevante parameter. Det er derfor gjort en avgrensning, og sett nærmere på de parameterne som er relevante videre i oppgaven: Levetidsvurdering og tilstandsanalyse av byggevarer, innhold av helse- og miljøfarlige stoffer, rivemetode tilpasset ombruk og ombruksmarkedet. Dokumentasjonskrav omtales i et eget kapittel (2.4), da dette utgjør et hovedfokus i oppgaven.

### 2.3.1 LEVETIDSVURDERING OG TILSTANDSANALYSE

Ifølge Multiconsults rapport *Levetider i praksis* kan levetiden til et bygg eller bygningsdel defineres som «*tiden som bygget eller deler av bygningen oppfyller krav til ønsket funksjon*». Videre presiseres det at levetiden ikke er en fast parameter; materialkvalitet, klimatiske påkjenninger, estetikk og funksjonskrav er eksempler på kriterier som kan påvirke bygg og bygningers levetid. (Bjørberg, Kampesæter og Listerud, 2009, s. 6)

For at en byggevare i praksis skal ha bruksverdi for ombruk, må det være en visshet om at den kommer til å vare lenge nok til at ombruk er verdt innsatsen med å få det gjennomført (Sørnes *et al.*, 2014). Byggforskserien 700.302 *Intervaller for vedlikehold og utskifting* (Edwardsen, 2017) gir en oversikt over mye brukte bygningsdeler, og erfaringsmessige intervaller for utskifting. Intervallene er basert på teknisk levetid, men tar også høyde for utskiftninger som følge av endrede brukerkrav og forringet estetisk kvalitet.

Intervallene i 700.302 kan gi en indikasjon på når forventet levetid begynner å nærme seg, og det er tid for å gjøre nærmere inspeksjoner. De må ikke benyttes direkte til å bedømme levetiden til en gitt bygningsdel; bedømmelse av en gitt bygningsdels restlevetid må gjøres basert på kvalitativ kunnskap om bl.a. bygningsdelens tekniske tilstand, materialegenskaper og hvilke belastninger/påkjenninger den har vært utsatt for, eksempelvis klimatiske (Edwardsen, 2017). Denne informasjonen kan man få ved å gjennomføre tilstandsanalyser.

Byggforskserien 700.305 *Tilstandsanalyse av bygninger og bygningsdeler* definerer en tilstandsanalyse som en «*samlet analyse med definering av oppgavens formål, omfang og referansenivå, planlegging, registrering, vurdering og rapportering av tilstand samt beskrivelse av tiltak*». Tilstandsanalyser gjennomføres for å undersøke nærmere hvilken tilstand bygg og bygningsdeler er i, og beskriver bl.a. i hvilken grad utskiftning er nødvendig, eller om reparasjoner er tilstrekkelig (Holøs, 2018). Det finnes en egen Norsk Standard for gjennomføring av tilstandsanalyser.

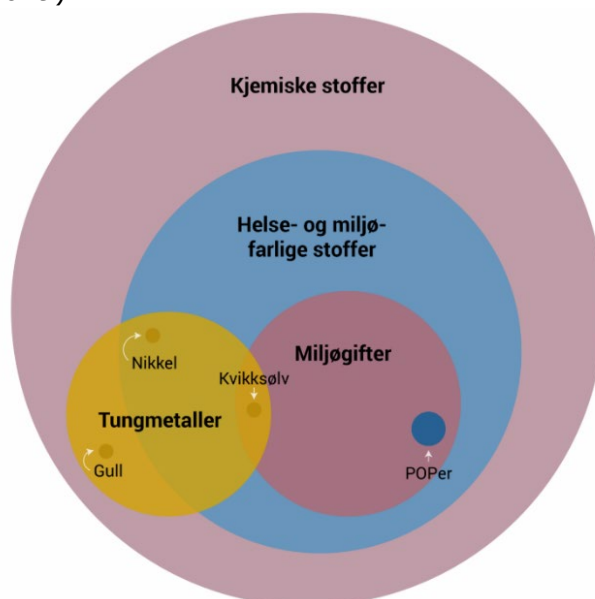
En tilstandsanalyse vil kunne bidra med nyttig informasjon i en ombruksvurdering, ved å gi informasjon om byggets og byggevarenes tilstand og forventede «restlevetid» (Holøs, 2018). Restlevetiden til en byggevare kan defineres som «*antatt/beregnet gjenstående levetid på et bestemt tidspunkt i livsløpet*» (Edwardsen, 2017).



### 2.3.2 HELSE- OG MILJØFARLIGE STOFFER

Kjemiske stoffer er en forutsetning for å opprettholde dagens levestandard, men medfører også en fare for at mennesker og dyr kan eksponeres for helse- og miljøfarlige stoffer og miljøgifter (Miljødirektoratet, 2019). Mange produkter og materialer som forekommer i byggavfall inneholder slike stoffer, og håndtering av disse er strengt regulert. TEK17 (DiBK, 2017) stiller krav til at helse- og miljøfarlige stoffer skal kartlegges (miljøkartlegging) og håndteres (saneres) før riving og rehabilitering av bygg (se kap. 2.4.2). Miljøkartlegging og -sanering skal utføres av kvalifisert personell med relevant utdanning og praksis (Wærp, 2018). Produkter med innhold av helse- og miljøfarlige stoffer over gitte grenseverdier er å anse som farlig avfall, og skal håndteres på forsvarlig måte (Miljødirektoratet, 2019). Farlig avfall skal ut av kretsløpet, og kan derfor ikke ombrukes (Nordby, 2018b, s. 4). Det finnes en egen Norsk Standard for miljøsanering av farlig avfall.

Betydningen disse grenseverdiene har i praksis kan illustreres ved å se på gjenvinning av betong og tegl. Betong og tegl har lenge utgjort den desidert største avfallsfraksjonen innen byggavfall (Statistisk sentralbyrå, 2020a), og har gjenvinningspotensiale som fyllmasser i flere bygg- og anleggstiltak (Miljødirektoratet, 2013). Likevel ble bare 48 % gjenvunnet i 2018 - resten ble deponert (Statistisk sentralbyrå, 2020a). En del av grunnen til dette er lave tillatte grenseverdier for tungmetallet *krom 6*: Avfall med høyere konsentrasjon enn 2 mg av krom 6 har hittil vært ulovlig å gjenvinne. De siste årene har Miljødirektoratet i samråd med næringen jobbet for å innføre ny grenseverdi, og i 2020 ble grenseverdien hevet fra 2 til 8 mg (Strand, 2020). Enkelte har gått så langt som å spå en dobling i gjenvinningsgraden av betong og tegl som følge av den nye grenseverdien – tiden vil vise (Seehusen, 2019).



Figur 2-5: Sammenhengen mellom ulike kjemikaliegrupper. Størrelsen på sirklene viser ikke det reelle størrelsesforholdet dem imellom. Kilde: Miljødirektoratet.

### 2.3.3 RIVEMETODE TILPASSET OMBRUK

Tradisjonell, destruktiv riving er gjerne tidsmessig og økonomisk gunstig, men begrenser mulighetene for ressursutnyttelse av materialer gjennom ombruk og gjenvinning (Norsas, 1999, s. 104). Ifølge Circle Economy (2018) blir mesteparten av bygningers innebygde ressurser til avfall etter dagens rivepraksis, fremfor å blir ombrukt. Dette er også tilfellet i Norge, som SSBs statistikk viser (se figur 2-2).

Mesteparten av bebyggelsen i Norge er bygget etter år 1900, og har over lengre tidsperioder vært bygget etter prinsippet «*form følger funksjon*» (Leland, 2008, s. 21). Dette gjør at mange eldre bygg er skreddersydd sin opprinnelig tiltenkte funksjon, og vanskelig lar seg bygge om for å tilpasses dagens behov, innenfor rasjonelle økonomiske rammer. I prosjekter der byggene og byggevarene ikke egner seg for videre bruk der de er, går det likevel an å gjøre materialene tilgjengelige for eksterne interessenter, i et forsøk på å forlenge byggevarenes levetid andre steder (Nordby, 2018a). Dette fordrer rivemetoder som fokuserer på skånsom demontering av potensielle ressurser, fremfor destruktiv riving og ødeleggelse som medfører store avfallsmengder.

Dette omtales gjerne som *selektiv riving*, av Norsas definert slik: «*En rivemetode der materialer/bygningsdeler demonteres og avfall sorteres med henblikk på størst mulig ombruk og gjenvinning og minst mulig deponering.*» (Norsas, 1999, s. 16). I dag brukes også begrepet *skånsom demontering* (Kilvær et al., 2019).

Selektiv riving er i praksis en omvendt prosess av den opprinnelige bygge/monteringsprosessen, og krever som regel de samme verktøyene ved demontering som ved bygging (Norsas, 1999, s. 104). Muligheten for å kunne gjennomføre selektiv riving i praksis, avhenger av hvilke festemidler som er benyttet i den opprinnelige monteringsprosessen (Leland, 2008, s. 27). Ifølge Leland (2008) er betongstøp, liming og spiker eksempler på festemidler som gjør det krevende å få til skånsom demontering, uten å forringe byggevarens egenskaper. Er sammenføringene gjort med boltede forbindelser, lås-systemer, skruer e.l. tilrettelegger dette i langt større grad for å kunne demontere og reparere byggevarer, på en slik måte at egenskapene bevares.

Et godt eksempel på viktigheten av historisk byggeskikk og benyttede festemidler, illustreres ved ombruk av teglstein. Ifølge rapporten *Industriell tilnærming til ombruk av materialer* skrevet av Gether et al. (2000), kan ombruk av tegl kun oppnås i bygninger der teglsteinen er murt med kalkmørtel. Dette finner man i bygninger fra før 1920-årene, mens det frem mot 50-tallet ble brukt mørtel med en blanding av kalk og sement (KC-mørtel). I senere tid er det hovedsakelig brukt sterke sementmørtler, som fester så godt at teglsteinen ødelegges dersom man prøver å demontere det (Gether et al., 2000, s. 5). Dette illustrerer også begrensningene eldre bygninger har ved fremtidig ombruk av

byggevarer. Skal man få til ombruk av teglstein når riveobjektene fra etterkrigstiden rives, må det tenkes nytt:

Sørnes *et al.* (2014, s. 18) beskriver en metode for å skjære ut hele felter av sementmurt teglstein med diamantsag. Kilvær *et al.* (2019) omtaler prosjektet «Resourcerækkerne» i Danmark, hvor Lendager Group gjennomførte slik utskjæring med stort hell (Kilvær *et al.*, 2019, s. 62). Lendager Group utviklet en metode for å sage ut firkantede moduler til bruk som fasadeelementer, som sikret ressursutnyttelse også for sementmurte materialer (Lendager Group, 2019). Per definisjon er slike tiltak ikke ombruk, men oppsirkulering.

#### 2.3.4 OMBRUKSMARKEDET

Ifølge European Commission (2016, s. 15) er økt ombruk helt avhengig av at det etableres et marked for ombruksvarer. Ifølge European Commission (2020b, s. 8) er et veletablert ombruksmarked ett av grunnprinsippene i en sirkulær BAE-sektor. En god måte å vurdere byggevarens ombrukspotensial på, er derfor å undersøke hvorvidt det eksisterer et marked for den gitte vare (Deweerd *et al.*, 2020, s. 36).

Det kommersielle ombruksmarkedet for byggevarer er å anse som tilnærmet ikke-eksisterende i Norge (Nordby, 2018b, s. 9). I ombruksprosjektet KA13 ble brukmarkedet Finn.no vist som en alternativ kilde til ombruksvarer (Lunke, 2019). Aktører som Resirqel, Greenstock og Rehub jobber med å etablere dedikerte ombruksmarkeder for byggevarer, men per i dag utgjør markedet en utfordring ved gjennomføring av ombruk. Per mai 2020 er det kun Finn.no og Resirqels nettmarkeder som er oppe og går – Greenstock åpner sin offentlige markeds plass ila. 2020, mens Rehub lanserer sin søkefunksjon for ombrukbare byggevarer «snart»<sup>5</sup>.

Ettersom det per i dag ikke finnes et veletablert ombruksmarked, må man inntil videre komme opp med løsninger selv, for å nå ut til potensielle mottakere av ombruksvarer. Da Rikshospitalet i Oslo ble revet, ble det arrangert utsalg av inventar i et bygg på samme eiendom, noe som resulterte i at flere objekter ble omsatt og ombrukt annensteds (Statsbygg, 2017, s. 12). Før riving av Ruseløkka i Oslo, ble byggevarer som var demonterbare lagt ut på Finn som «gratis selvplukk». Dette tilbudet var forbeholdt registrerte foretak med ansvarsrett for byggearbeider, og tiltaket resulterte blant annet i at et større antall fyllingsdører ble ombrukt i stedet for å bli kastet (Nordby, 2018a).

---

<sup>5</sup> Greenstock: <https://www.greenstock.no/web/no/features/> Rehub: <https://www.rehub.no/sk-materialer>

Dersom byggevarerne som ønskes solgt fordrer spesiell interesse, kan man med fordel ta direkte kontakt med potensielle interessenter. Dette ble gjort i prosjektet KA13 i Oslo (se kap. 2.5.3), da i et forsøk på å *tilegne seg* bruktvare direkte fra andre byggeiere med rive- eller rehabiliteringsprosjekter som klaffet med fremdriften i KA13-prosjektet. Det sikret prosjektet flere ombruksvarer som ville blitt avfall dersom de ikke hadde tatt kontakt (Lunke, 2019).

## 2.4 DOKUMENTASJONSKRAV VED OMBRUK AV BYGGEVARER

Dagens system for kvalitetssikring og dokumentasjon er én av de viktigste barrierene tilknyttet ombruk (Nordby, 2018b, s. 4). Selv om det er mange lov- og regelverk som indirekte har betydning for hvorvidt byggevarer kan ombrukes lovlig, er det ifølge DiBK i all hovedsak to lovverk som setter føringene for lovlig ombruk (Marton, 2020):

1. Dokumentasjonskrav ved omsetning av byggevarer – DOK/Byggevareforordningen
2. Dokumentasjonskrav for lovlig bruk i byggverk – TEK17

### 2.4.1 DOK-FORSKRIFTEN OG BYGGEVAREFORORDNINGEN (CPR)

*Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)* er hjemlet i Plan- og bygningsloven. DOK-forskriftens kapittel II gjennomfører Byggevareforordningen (CPR: *Construction Products Regulation*. Forordning (EU) Nr. 305/2011) i norsk rett. Forordningen ble vedtatt i Norge 1. juli 2013, og trådte i kraft 1. januar 2014 (SINTEF Certification, u.å.). Formålet med Forordningen er å fjerne handelshindringer for byggevarer mellom medlemslandene i EU/EØS. For å oppnå dette er det fastsatt harmoniserte regler for dokumentasjon av byggevarers ytelse, og således vilkårene for omsetning og tilgjengeliggjøring av byggevarer i det europeiske markedet. De viktigste virkemidlene for å tilrettelegge for byggevarehandel i Europa er:

- Harmoniserte tekniske spesifikasjoner
- Tekniske bedømmelsesorgan
- Utpekte tekniske kontrollorganer
- System for vurdering og verifikasjon av byggevarers ytelser
- Ytelseserklæring og CE-merking av byggevarer

(SINTEF Certification, u.å.)

En grunnleggende forutsetning for Byggevareforordningens virkning er at man står ovenfor en byggevare, som i Forordningens Artikkel 2 er definert som «*enhver vare og ethvert byggesett som er produsert og bragt i omsetning med sikte på å inngå permanent i byggverk eller deler av byggverk, og hvis ytelse påvirker byggverkets ytelse når det gjelder de grunnleggende krav til byggverket*» (DiBK, 2014). Dette danner grunnlaget for å skille

ut hvilke produkter i et byggverk som omfattes av Forordningen og ikke (Nyland og Apelseth, 2019). Vinduer, dører, sanitærutstyr og konstruksjonsvirke er eksempler på byggevarer som omfattes. I tillegg omfattes byggesett som trapper og brannslukkingssystemer (brannslangeskap med slange, ventiler, m.m.). Eksempler på byggevarer som ikke omfattes er heiser, møbler, badersinnredning, belysning og stikkontakter. Egenskapene til disse byggevarerne reguleres i egne direktiver, eksempelvis heisdirektivet. (DiBK, 2019)

I definisjonen av byggevarer over nevnes «de grunnleggende krav til byggverket». Disse grunnleggende kravene skal legge grunnlaget for utarbeidelse av harmoniserte tekniske spesifikasjoner. Nytt av Byggevareforordningen er et grunnleggende krav om «bærekraftig bruk av naturressurser». Kravet innebærer blant annet at det skal tilrettelegges for at byggverk og materialer kan ombrukes eller gjenvinnes etter rivning. De grunnleggende krav til byggverk er gitt i Forordningens vedlegg 1. (DiBK, 2016)

At kravet skal etterfølges i praksis er avhengig av at de harmoniserte tekniske spesifikasjonene revideres for å hensynta kravet; det er med andre ord ikke aktuelt for produsenter å ta hensyn til kravet før revidering er gjennomført. (DiBK, 2016)

### Harmoniserte tekniske spesifikasjoner, CE-merking og ytelseserklæring

Alle byggevarer som omfattes av en harmonisert teknisk spesifikasjon skal CE-merkes. Det finnes to typer harmoniserte tekniske spesifikasjoner: Harmoniserte produktstandarder og europeiske bedømmelsesdokumenter (*European assessment document*, EAD). Ved å påføre en vare CE-merking, garanterer produsenten for at varen tilfredsstillende relevante ytelser etter metodene for prøving og kvalitetssikring beskrevet i gjeldende harmoniserte tekniske spesifikasjon (DiBK, 2014).

Ifølge DiBK er det om lag 500 harmoniserte standarder under Byggevareforordningen (DiBK, 2013b). I en liste fra EU datert 20.12.2019, er tallet 443 (European Commission, 2019). I en liste fra Standard Norge datert 14.02.2020 er tallet 436; Standard Norge oppdaterer denne listen hvert kvartal (Standard Norge, 2020).

Byggevarer som ikke omfattes av en harmonisert teknisk spesifikasjon, må ikke CE-merkes – byggevarens vesentlige ytelser må da dokumenteres etter nasjonale regler, jf. DOK-forskriftens kapittel III (DiBK, 2013c). Dersom produsent ønsker å CE-merke allikevel, kan de be et teknisk bedømmelsesorgan (*Technical assessment body*, TAB) om å utarbeide en europeisk teknisk bedømmelse (*European technical assessment*, ETA) for byggevaren. En ETA må utarbeides på bakgrunn av en EAD; dersom det ikke allerede eksisterer en EAD for byggevaren, må dette utarbeides før en ETA kan utarbeides (EOTA, 2016). EAD/ETA-

ordningen for å CE-merke er frivillig, men når en ETA er utarbeidet for en byggevare kan og skal produktet CE-merkes. I Norge er SINTEF utnevnt TAB. (SINTEF Certification, u.å.)

For å dokumentere at byggevaren er i samsvar med harmonisert spesifisering skal det utarbeides en ytelseserklæring. Dokumentet betegnes ofte «samsvarserklæring» eller «DoP» (Declaration of Performance). Ytelseserklæringen skal inneholde omfattende informasjon om byggevaren, produsenten, hvilken harmonisert standard som er lagt til grunn, hvilket system for vurdering og verifikasjon av ytelser (Assessment and Verification of Constancy of Performance, AVCP) som gjelder og hvilke tekniske kontrollorgan som gjelder (DiBK, 2013c). Innholdet i ytelseserklæringen er spesifisert i Byggevareforordningens artikkel 6. Unntak fra kravet om ytelseserklæring er gitt etter artikkel 5; dette omfatter byggevarer som er:

1. individuelt produsert eller etter mål i en prosess som ikke innebærer serieproduksjon
2. Produsert på byggeplass
3. Egnert for bevaring av kulturarv ved rehabilitering av offentlig vernede bygg

Det er fem ulike systemer for vurdering og verifikasjon av ytelser (AVCP-system). Systemene fastsetter en rekke oppgaver som skal utføres av produsent og hvilken tredjepartsvurdering som er påkrevd. De fem systemene som brukes er 1, 1+, 2+, 3 og 4. Avhengig av hvor stor betydning byggevaren anses å ha i et byggverk, underlegges byggevaren et av de ovennevnte AVCP-system som grunnlag for å kunne CE-merke byggevaren. Dette medfører en rekke forpliktelser for produsentene. Tabell 2-1 viser pålagte oppgaver for produsenter og tredjeparter, som gjelder for de fem system jf. CPR vedlegg V. (DiBK, 2013a)

### Markedsdeltakernes forpliktelser

Byggevareforordningen spesifiserer hvilke forpliktelser ulike markedsaktører har langs verdikjeden fra produksjon til omsetning av en byggevare (artikkel 11-16). Det skilles mellom produsent, distributør, importør, samt deres representanter. Særlig produsenter underlegges omfattende forpliktelser for å kvalitetssikre produktene sine, men det finnes unntak der også andre markedsaktører omfattes av de samme forpliktelsene.

Jf. artikkel 15 vil distributører og importører i to tilfeller likestilles med produsenter, og omfattes av de medfølgende forpliktelser. Dette gjelder tilfeller der man omsetter en byggevare under eget navn/varemerke, eller der en allerede markedsført byggevare endres på en slik måte at den ikke lenger samsvarer med opprinnelig ytelseserklæring.

At byggevaren endres, omfatter også endringer som har oppstått som følge av at byggevaren har vært i ordinær bruk over tid. Ifølge Nyland og Apelsest (2019) gir

rettskildene ingen veiledning for hvor store endringer som må til før en Byggevarer anses endret. (Nyland og Apelseth, 2019, s. 5) En forutsetning for at en byggevarer kan omfattes av artikkelens virkning, er at opprinnelig dokumentasjon knytter seg til spesifikke ytelser som i ettertid er endret.

OPPGAVER		System for samsvarsbekreftelse				
		1+	1	2+	3	4
Utføres av produsent						
	Fastsettelse av produktets ytelser med typeprøving, typeberegning, tabellverdier eller deskriptiv dokumentasjon			X		X
	Produksjonskontroll i fabrikk	X	X	X	X	X
	Ytterligere prøving av stikkprøver på fabrikk iht. fastsatt prøvingsplan	X	X	X		
Utføres av tredjepart						
<b>Produktsertifiseringsorgan</b> (sertifikat for varens ytelse)	Fastsettelse av produktets ytelser med typeprøving, typeberegning, tabellverdier eller deskriptiv dokumentasjon	X	X			
	Førstegangsinspeksjon av produksjonsanlegget og produksjonskontrollen i fabrikk	X	X			
	Kontrollprøving av stikkprøver tatt før varen markedsføres	X				
	Fortløpende tilsyn, vurdering og evaluering av produksjonskontrollen i fabrikk	X	X			
<b>Sertifiseringsorgan for produksjonskontroll</b> (samsvarssertifikat for produksjonskontroll)	Førstegangsinspeksjon av produksjonsanlegget og produksjonskontrollen i fabrikk			X		
	Fortløpende tilsyn, vurdering og evaluering av produksjonskontrollen i fabrikk			X		
<b>Prøvingslaboratorium</b>	Fastsettelse av produktets ytelser med typeprøving, typeberegning, tabellverdier eller deskriptiv dokumentasjon for varen				X	

Tabell 2-1: System for vurdering og verifisering av ytelser. Kilde: DiBK (2013b)

### Produksjonskontroll i fabrikk (FPC)

Som tabell 2-1 viser er produksjonskontroll i fabrikk (*Factory production control*, FPC) påkrevd uansett AVCP-system. Som produsent må man da få et produktsertifiseringsorgan til å utarbeide et CPR-sertifikat, som viser at produsenten har gjennomført kvalitetssikring iht. angitt FPC. Ifølge Kilvær *et al.* (2019) er FPC-systemene én av grunnene til at brukte byggevarer ikke kan dokumenteres iht. de harmoniserte standardene, fordi FPC-systemene ofte bygger på kontrollrutiner som kun er relevant ved nyproduksjon, ikke ombruk (Kilvær *et al.*, 2019, s. 66). AVCP-system 1+, 1 og 2+ krever i tillegg at det skal tas stikkprøver iht. fastsatt FPC-system underveis i produksjonen. I ettertid vil det være vanskelig å dokumentere hvordan opprinnelig produksjonskontroll ble gjennomført – nok en utfordring ved ombruk (Nyland og Apelseth, 2019).

## Byggevarer omsatt før 1. juli 2014

For byggevarer som er omsatt før Byggevareforordningen ble implementert i norsk regelverk, kan dokumentasjonskrav i Forordningen oppfylles ved å dokumentere samsvar med dagjeldende regelverk. Dette fremkommer av Forordningens artikkel 66 «Overgangsbestemmelser»:

*«Byggevarer som er bragt i omsetning i samsvar med direktiv 89/106/EØF før 1. juli 2013, skal anses å oppfylle denne forordning.»*

Selv om Forordningen ble vedtatt 1. juli 2013, ble den ikke gjeldende i Norge før 1. juli 2014 – dermed gjelder artikkelen byggevarer bragt i omsetning før 2014 i Norge (Marton, 2020). Direktiv 89/106/EØF er Byggevareforordningens forløper, Byggevaredirektivet, som ble implementert i norsk regelverk i 1995 (DiBK, 2013a).

En forutsetning for å ta i bruk overgangsbestemmelsene er at man klarer å anskaffe dokumentasjon på at gjeldende krav ved opprinnelig omsetning ble oppfylt. Videre er en forutsetning at byggevaren fremdeles samsvarer med opprinnelig dokumentasjon. Er byggevarens vesentlige egenskaper endret, vil den som ønsker å omsette byggevaren omfattes av produsentforpliktelser ved redokumentering av nye ytelser, jf. artikkel 15; gitt at endringen knytter seg til spesifikke ytelser som i ettertid er endret. Her er det som nevnt uklart når en byggevare anses som «endret». (Nyland og Apelseth, 2019)

Under gjengis en tabell presentert av Ingunn Marton fra DiBK, under Byggavfallskonferansen 2020. Den gir en oversikt over krav til dokumentasjon i ulike tidsrom.

Årstall	Krav til dokumentasjon av byggevarer i Norge
2014 →	DOK-forskriften: <ul style="list-style-type: none"><li>- Harmoniserte europeiske krav om ytelseserklæring og CE-merking jf. Byggevareforordningen (CPR).</li><li>- Nasjonale krav jf. DOK kapittel 3.</li></ul>
1997 – 2014	Byggevaredirektivet (CPD): <ul style="list-style-type: none"><li>- krav om ytelseserklæring</li></ul>
1969 – 1997	Nasjonale godkjennings- og kontrollordninger: <ul style="list-style-type: none"><li>- Obligatorisk godkjenningssertifikat fra Statens byggtekniske etat eller andre offentlige etater for en rekke byggevarer.</li><li>- Frivillige godkjenningsordninger – ikke dokumentasjonskrav.</li></ul>
1950 – 1969	Tidligere branntekniske godkjenninger.

Tabell 2-2: Dokumentasjonskrav i ulike perioder. Kilde: DiBK/Byggemiljø.



## 2.4.2 BYGGTEKNISK FORSKRIFT (TEK17)

*Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)* er hjemlet i Plan- og bygningsloven (Pbl). Forskriften setter funksjonelle minstekrav til byggverks ytelse i Norge, blant annet med hensyn til brannsikkerhet, ytre miljø og konstruksjonssikkerhet. Minstekravene i TEK17 gjelder uavhengig av om byggevarerne som brukes er nye eller gamle. Veiledning til Teknisk Forskrift, VTEK, utdyper kravenes betydning i praksis, og definerer preaksepterte ytelser for å innfri kravene.

Hvilke tiltak som omfattes av Pbl og dermed funksjonskravene i TEK17, er regulert i Pbl § 20-1. *Tiltak som omfattes av byggesaksbestemmelsene*. Både nybygg og rehabilitering omfattes av loven. For rehabilitering gjelder dette i tilfeller hvor tiltaket medfører «*vesentlig endring, vesentlig reparasjon, fasadeendring, varig/tidsbestemt bruksendring eller vesentlig utvidelse/endring av tidligere drift av nybygg*». (KMD, 2009)

### Kapittel 2 Dokumentasjon for oppfyllelse av krav

Bestemmelsene i kapittel 2 gjelder ved dokumentering av samtlige krav etter TEK17 – uavhengig av om enkeltkapitler spesifiserer dokumentasjonskrav eller ikke (DiBK, 2020).

I henhold § 2-1, tredje ledd, kan oppfyllelse av krav dokumenteres ved bruk av Norsk Standard eller annen likeverdig standard. Byggforskserien er et nyttig verktøy å bruke i denne sammenhengen, med beskrivelsesdokumenter for praktisk gjennomføring iht. standardiserte metoder.

Standard Norge er det nasjonale standardiseringsorgan med ansvar for standardisering innen bygg, anlegg og eiendom. Norske standarder fastsettes etter enten nasjonal standardisering ved Standard Norge (NS), felleseuropeisk standardisering ved CEN (European Committee for Standardization – NS-EN) eller internasjonal standardisering ved ISO (International Organization for Standardization – NS-EN ISO). Arbeidet med norske standarder kan igangsettes etter initiativ og behov fra bransjen, men så fort en tilsvarende standard utarbeides av CEN skal denne erstatte den nasjonalt utarbeidede standarden. Dette er en del av den harmoniserte strukturen som sikrer universell kvalitet i hele Europa (Standard Norge, 2018a).

Norske Standarder skilles inn i fire hovedgrupper:

- Prosjekterings- og utførelsesstandarder, inklusiv metode- og beregningsstandarder
- Harmoniserte produktstandarder
- Prøvnings- og klassifiseringsstandarder
- Juridiske standarder, for eksempel kontraktstandarder.

## Kapittel 4 Dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV)

SN/TS (Standard Norge/Teknisk Spesifikasjon) 3456:2018 *Dokumentasjon for Forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygninger (FDVU-dokumentasjon)* gir preaksepterte ytelser for nødvendig FDVU-dokumentasjon ved oppfyllelse av TEK17. Som det følger av standarden er betegnelsen FDV – «Forvaltning, drift og vedlikehold» – utdatert. Begrepet FDVU omfatter i tillegg nødvendig dokumentasjon for å gjennomføre utviklingsprosjekter; i standarden definert som «*endring, oppgradering, påbygging eller ombygging til ny bruk i sammenheng med tilpasning til nye krav fra eiere, leietakere, brukere eller myndigheter*». (Standard Norge, 2018b)

FDVU-dokumentasjon er all dokumentasjon som er relevant for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling av bygg. Dokumentasjonen skal dekke nødvendig informasjon som trengs for å montere, ta i bruk, vedlikeholde og utskifte innebygde produkter og installasjoner. § 4-1. *Dokumentasjon for driftsfasen* stiller krav til innhold og type dokumenter som bør foreligge ved overføring til FDVU-system i nybygg, eksempelvis plan-, fasade-, og snittegninger, monteringsanvisning, miljødokumentasjon, m.m. (DiBK, 2017)

Ifølge VTEK er det meste av dokumentasjonen som utarbeides i prosjekteringen et viktig underlag ikke bare for drift og vedlikehold, men også fremtidige ombygginger og bruksendringer. Sørnes *et al.* (2014, s. 12) foreslår at kravene til FDVU-dokumentasjon blir mer spesifikke, slik at man kan se byggevarers egenskaper i sammenheng med en demonteringsanvisning, eksempelvis. For å tilrettelegge fremtidige behov, vil det derfor være hensiktsmessig å oppbevare så mye av dokumentasjonen som mulig, gitt at det systematiseres på en god måte. (DiBK, 2017)

## Kapittel 9 Ytre miljø

Kapittelet omfatter bestemmelser tilknyttet ulike problemstillinger ved materialbruk og avfallshåndtering i bygg- og anleggsvirksomhet. Under gjengis de viktigste paragrafene med videre beskrivelse basert på TEK 17 med veiledning (VTEK):

§ 9-5. *Byggavfall*, andre ledd: «*Det skal velges produkter som er egnet for ombruk og materialgjenvinning*». Dette er forskriftens eneste spesifikke krav til ombruk. Etter VTEK til andre ledd, gis veiledning til hvordan byggevarers egnethet for gjenvinning kan vurderes; ingenting om byggevarers egnethet for ombruk.

§ 9-7. *Kartlegging av farlig avfall og miljøsaneringsbeskrivelse*, første ledd: «*Ved gjennomføringen av tiltak i eksisterende byggverk skal det foretas kartlegging av bygningsdeler, installasjoner og lignende som kan utgjøre farlig avfall.*» Jf. VTEK gjelder dette dersom tiltaket overskrider 100 m<sup>2</sup> og dersom tiltaket genererer over 10 tonn byggavfall (§ 9-6, pkt. 1b og 1d).

## 2.5 ERFARINGER MED DOKUMENTASJONSKRAVENE

Her presenteres ulike aktørers kvalitative erfaringer med redokumentering av brukte byggevarer iht. Byggevareforordningen og de harmoniserte standardene. Erfaringene viser at standardene ikke alltid legger de samme rammene for ombruk; dermed må hver enkelt standard tolkes uavhengig av de andre. For å få en innsikt i hvordan standardene kan tolkes, er det sett på erfaringer fra prosjekter som har gjort slike tolkninger for ulike standarder – og kommet frem til ulike svar.

### 2.5.1 OMBRUK AV STÅL OG TILKNYTTETE BYGGEMATERIALER – NORSK STÅLFORBUND

Erfaringene med regelverket knytter seg hovedsakelig til hvordan man skal redegjøre for kravene til testing av ytelse og CE-merking av byggevarer ved ombruk. I rapporten *DP118 Ombruk av stål og tilknyttede byggematerialer* (heretter *DP118*) ble de harmoniserte standardene for produksjon og testing av stål studert nærmere, for å se nærmere på nettopp hvordan dette kan redegjøres for.

Iht. harmonisert standard NS-EN 1090-1:2009 må ombruksstål med minst én av tilvirkningsegenskapene endret, redokumenteres og CE-merkes. NS-EN 1090-1 setter krav til at «bestanddeler for stålkomponenter skal være i samsvar med de europeiske standardene nevnt i de aktuelle punktene i NS-EN 1090-2». I NS-EN 1090-2 pkt. 5.3.1, står det at «Produkter av konstruksjonsstål skal være i samsvar med kravene i den relevante europeiske produktstandard som oppført i tabell 2, 3 og 4 med mindre noe annet er angitt». NS-EN 1090-2 pkt. 5.1 sier følgende: «Normalt skal bestanddeler som brukes til utførelse av stålkonstruksjoner, velges fra de relevante europeiske standardene nevnt i punktene nedenfor. Hvis det brukes bestanddeler som ikke omfattes av de nevnte standardene, skal egenskapene deres spesifiseres.»

Disse punktene tolkes i rapporten som at standarden åpner for andre stålsorter enn de standardiserte produktene, forutsatt at egenskapene spesifiseres. Konklusjonen er at ombruksstål kan redokumenteres iht. harmonisert standard.

(Widenoja, Myhre og Kilvær, 2018, s. 21-22)

### 2.5.2 OMBRUK AV TEGL - GAMLE MURSTEN

Det danske foretaket *Gamle Mursten* har de siste årene blitt mye omtalt i BAE-sektoren. Ettersom det er utstrakt bruk av tegl i Danmark, er det også store ressurser innebygd i eldre bygninger – bygninger der teglteinen er murt med kalkmørtel og kan plukkes ned én for én. *Gamle Mursten* ønsket derfor å etablere en virksomhet for å demontere, bearbeide og omsette gammel teglsten på nytt – men de harmoniserte standardene viste seg å være et hinder. Ved omsetning må teglsten dokumenteres iht. NS-EN 771-1 *Krav til murprodukter - Del 1: Murprodukter av tegl, AVCP-system 2+*. Dette innebærer bl.a. produksjonskontroll i fabrikk (FPC) etter standardens føringer. Ifølge Kilvær *et al.* (2019) er det ikke mulig å redokumentere ombrukstegl etter NS-EN 771-1, fordi FPC-systemet som er presisert i standarden ikke er mulig å etterfølge ved ombruk. *Gamle Mursten* måtte da bruke 3 år på å utarbeide egen EAD og ETA for å dokumentere ombrukstegl. Denne EAD-en er i praksis lik den harmoniserte standarden, men beskriver en tilvirkningsprosess og et FPC-system som muliggjør bruk av metodene i NS-EN 771-1 (Kilvær *et al.*, 2019, s. 66). Dette er den første EAD-en for ombrukte byggevarer i EU.

### 2.5.3 KRISTIAN AUGUSTS GATE 13 - ENTRA

Ifølge *Eiendomsbransjens veikart mot 2050*, vil det alltid være næringsaktører som ønsker å strekke seg lenger enn det lov- og regelverket krever, for på den måten å skaffe seg et konkurransefortrinn når rammevilkårene endrer seg (Bramslev og Askjer, 2016, s. 5). Dette er Entras prosjekt KA13 et eksempel på, som Norges første fullskala ombruksprosjekt. Videre i underkapittelet beskrives hvordan prosjektet har realisert ombruk av hulldekker og konstruksjonsstål etter kravene i Byggevareforordningen.

Ett av de mest omtalte tiltakene i KA13 er ombruk av hulldekker fra rivingen av *R4* (Regjeringsbygg 4) i regjeringskvartalet; hulldekker som ble tilbudt Entra av Statsbygg. Det er første gang hulldekker blir demontert for ombruk annensteds i Norge. Foruten hulldekkene er det gjennomført ombruk av konstruksjonsstål, isolasjonsplater av mineralull, innerdører, servanter, brannslangeskap, m.m. (Nordby og Shine, 2020).

#### Redokumentering av hulldekker

Hulldekkene var altså Statsbyggs eie opprinnelig. Utgangspunktet ved omsetning av byggevarer er da at man må utarbeide CE-merke og ytelseserklæring iht. harmonisert standard innen omsetning. Som nevnt i underkapittel 2.4.1 er én barriere i ved redokumentering iht. de harmoniserte standardene de angitte FPC-systemene, som vanskelig lar seg etterfølge ved ombruk (Kilvær *et al.*, 2019; Nyland og Apelsest, 2019).

På KA13 ble derfor overgangsbestemmelsene jf. Byggevareforordningens artikkel 66 utslagsgivende for Entra: Ettersom hulldekkene ble produsert på 80-tallet, lenge før Byggevareforordningen trådte i kraft, kunne man ved hjelp av opprinnelig produktdokumentasjon fra produsent fastslå at dagjeldende dokumentasjonskrav var fulgt. Dermed gjensto det bare å teste hulldekkenes egenskaper iht. harmonisert standard, og fastslå at disse var gode nok for å brukes videre på KA13 (Espelid, Apelseth og Nyland, 2019).

Ifølge Kilvær *et al.* (2019, s. 51) kan hulldekkenes vesentlige egenskaper dokumenteres ved delvis destruktive og ikke-destruktive prøvingsmetoder. I praksis betyr dette at det ved ombruk av hulldekker er tilstrekkelig å destruktivt teste et representativt antall prøvelegemer, for å kunne kvalitetssikre de resterende hulldekkene ved ikke-destruktive metoder og ombruke disse annensteds.

### Redokumentering av stål

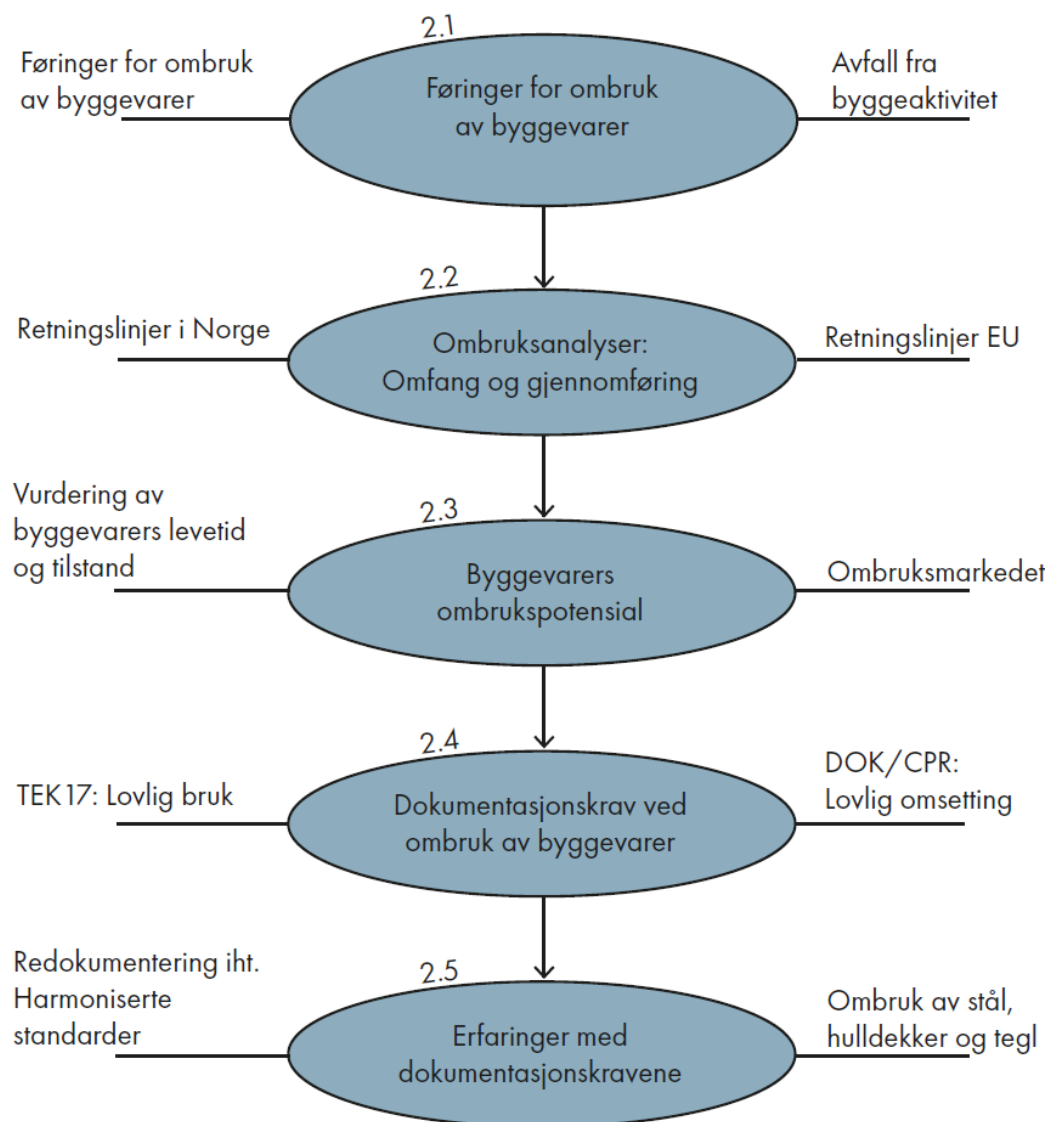
Øst-Riv (en del av Norsk Gjenvinning) har vært ansvarlige for oppføring av bæresystemer i stål, betong og tegl på KA13. For stålproduktene var de i tillegg ansvarlige for prosessen med å finne, demontere og redokumentere dem før oppføring. På Grønn Byggallianses frokostmøte *Erfaringer med sirkulære bygg* 29.11.2019, presenterte Mads Pettersen fra Øst-riv testing og dokumentering av ombruksstål, som én av hovedutfordringene de som rive-entreprenør erfarte i KA13-prosjektet.

Mads forklarer at man som regel velger stålprodukter ut fra en liste over europeiske standardprodukter, iht. NS-EN 1090. Men: NS-EN 1090 åpner også for å bruke produkter som ikke er standardiserte, gitt at man tester og dokumenterer stålet for en rekke kjemiske og mekaniske egenskaper som er listet opp i standarden. Dermed kan man følge denne standarden og CE-merke stål, også der det er brukt (Pettersen, 2019). Dette stemmer overens med funnene presentert i *DP118*, og viser at mulighetsrommet i standarden for å redokumentere ombruksstål er mulig å utnytte i praksis.

## 2.6 OPPSUMMERING TEORETISK RAMMEVERK

Figur 2-6 oppsummerer det teoretiske rammeverket presentert i kapittel 2. Kapitlet har gitt innsikt i overordnede føringer og målsettinger innen sirkulærøkonomi, og hvordan dette i tur har medvirket til en økt satsning innen ombruk av byggevarer i BAE-sektoren. Det er sett på hva som kreves av kartlegging/vurdering av byggevarer før man river i Norge, og redegjort for veiledere og retningslinjer for hvordan slike kartleggingsarbeider bør gjennomføres for å imøtekomme overordnede føringer/målsettinger til ombruk og gjenvinning. Videre er det sett på elementer som er særlig relevante ved gjennomføring av ombruksanalyser, som vurdering av byggevarers levetid, rivemetode tilpasset ombruk

og ombruksmarkedet. Deretter er én av de største barrierene for ombruk – lov- og regelverket – redegjort for på overordnet nivå. TEK17 utgjør regelverket for lovlig bruk av byggevarer, mens DOK/Byggevareforordning utgjør kravene ved omsetning. Kapittelet ble så rundet av med å se på noen erfaringer med regelverket, som i all hovedsak dreier seg om kravene i Byggevareforordningen.



Figur 2-6: Oppsummering, teoretisk rammeverk.

### 3 METODE

Dette kapitlet beskriver oppgavens fremgangsmåte og kildekritikk ved innsamling av empiri, avgrensninger og evalueringer for selve gjennomføringen samt etiske overveielser tilknyttet benyttede forskningsmetoder. Kapitlet innledes ved å beskrive samfunnsvitenskapelig metode i teori, og redegjøre for de to hovedtilnærmingene man generelt benytter i slik forskning: Kvalitativ og kvantitativ metode.

#### 3.1 SAMFUNNSVITENSKAPELIG METODE

*«Å bruke en metode, av det greske «methodos», betyr å følge en bestemt vei mot et mål»*

*(Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 25)*

I denne masteroppgaven er det tatt utgangspunkt i en samfunnsvitenskapelig forskningsprosess. Ifølge Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016) handler samfunnsvitenskapelig metode om hvordan man ved hjelp av riktig fremgangsmåte kan innhente korrekt informasjon om den sosiale virkelighet, og hvordan man kan analysere denne informasjonen for å finne ut hva den faktisk forteller oss om samfunnsmessige forhold og prosesser. Dette understøttes av Jacobsen (2016, s. 15), som sier at samfunnsvitenskapelig metode dreier seg om hvordan man skal gå frem for å produsere gyldig og troverdig kunnskap om virkeligheten.

Jacobsen (2015, s. 92) beskriver viktigheten av forstå begrepet «kausaltet» i samfunnsvitenskapelig forskning. I naturvitenskapelig forskning forstås kausalitet som at hvis en hendelse A inntreffer, vil alltid en hendelse B også inntreffe. I samfunnsvitenskapelig forskning er kausalitet mer komplekst, da grunnene til at en hendelse B inntreffer som følge av en hendelse A ofte vil være mer sammensatte. Man formulerer derfor samfunnsvitenskapelig kausalitet slik at hvis en hendelse A inntreffer, øker sannsynligheten for at en hendelse B også vil inntreffe. Dette er viktig å ha med seg inn i forskningsarbeidet med samfunnsvitenskapelig metode, for å forstå hvordan man empirisk kan tilnærme seg kausalitet, og således oppnå en form for generalisering/overførbarhet av funn.

### 3.1.1 KVALITATIV OG KVANTITATIV METODE

Det finnes to hovedtilnærminger for å undersøke virkeligheten i samfunnsvitenskapelig forskning: Kvalitative og kvantitative metoder. Forskjellen på metodene kan kort forklares ved at kvalitativ forskning kartlegger *at* noe skjer, mens kvalitativ forskning avdekker *hvorfor* det skjer (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 95-96). Tjora forteller at forskere innenfor de to tilnærmingene historisk sett har hatt manglende respekt for hverandre, men at de fleste samfunnsforskere erkjenner at begge tilnærmingene er nødvendige for en bredt sammensatt forskning (2018, s. 12).

I denne oppgaven er det kun benyttet kvalitative metoder. Kvalitative metoder har til hensikt å avdekke eller beskrive hvordan mennesker oppfatter verden, og hvilke relasjoner som er av betydning for den enkelte (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 95). Intervjuet er et godt eksempel på kvalitativ metode, og en metode som kan gi inngående kunnskap om et gitt tema, utover de statistiske faktaene man oppnår ved kvantitative metoder.

Ifølge Tjora (2018) skal den kvalitative analysen preges av «*systematikk og kreativitet i skjønn forening*» (Tjora, 2018, s. 9). Ved kvalitativ forskning er det vanlig å vektlegge nettopp hvordan den skiller seg fra den kvantitative; eksempelvis økt fokus på forståelse heller enn forklaring, åpen interaksjon mellom dem man forsker på fremfor avstand til respondenter og en induktiv (eksplorerende og empiridrevet) mer enn en deduktiv (teori- og hypotesedrevet) tilnærming (Tjora, 2018, s. 12). En induktiv tilnærming går ut på å utvikle generelle sammenhenger ved å se på enkelttilfeller, mens en deduktiv tilnærming gjør det motsatte, og vil med utgangspunkt i generelle teorier ta sikte på å forklare enkelthendelser (Tjora, 2018, s. 14).

### 3.1.2 FORSKNINGSDESIGN

Forskningsdesign er ifølge Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016, s. 69) «alt» som knytter seg til en undersøkelse; det må tas stilling til hva og hvem som skal undersøkes, og hvordan undersøkelsen skal gjennomføres. Helt grunnleggende kan man si at forskningsdesignet er den logiske sekvensen som knytter empirisk data til studiens opprinnelige problemstilling, og til slutt dens konklusjon (Yin, 2018, s. 26). Prosessen starter således med å definere tema og problemstilling for studien, for så å vurdere hvordan undersøkelsene kan gjennomføres fra start til slutt på en måte som svarer godt på problemstillingen. Forskningsdesignet må inneholde hvilke metoder som nyttes for innsamling av ulike typer data i de ulike fasene av prosessen (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 69).



## 3.2 VALG AV METODISK TILNÆRMING OG FORSKNINGSDSIGN

Valg av forskningsdesign baserer seg i hovedsak på hvordan problemstillingen kan belyses på en best mulig måte (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 69). Det er da viktig å ta en vurdering på hva som er den ideelle fremgangsmetoden, og hva som lar seg praktisk gjennomføre. Denne vurderingen bør omfatte tidsbruk og økonomiske rammer, hvilke metoder forskeren behersker, samt etiske retningslinjer for hvordan data bør innhentes (Dalland, 2012, s. 114).

Problemstillingen «*Hvordan kan byggevarer i eksisterende bygg analyseres for å bidra til økt ombruk i rive- og rehabiliteringsprosjekter?*» med de tilhørende forskningsspørsmålene danner grunnlaget for valg av metodisk tilnærming og utforming av forskningsdesignet.

For å svare ut forskningsspørsmål 1, er det valgt en induktiv tilnærming. Ved å studere flere troverdige kilders oppfatning av hva en ombruksanalyse bør omfatte, er målet å oppnå overførbare funn mht. hva ombruksanalyser bør omfatte for å realisere økt ombruk. Teorien i kapittel 2.2.2 og 2.2.3 viser tydelige likhetstrekk mht. beskrevet fremgangsmetode for gjennomføring av ombruksanalyser før riving/rehabilitering av eksisterende bygg.

For å svare ut forskningsspørsmål 2, er det valgt en induktiv tilnærming. Ved å gjennomføre en ombruksanalyse av et case-prosjekt, er hensikten å dokumentere overførbare funn mht. hvordan ombruksanalyser bør gjennomføres for å realisere økt ombruk.

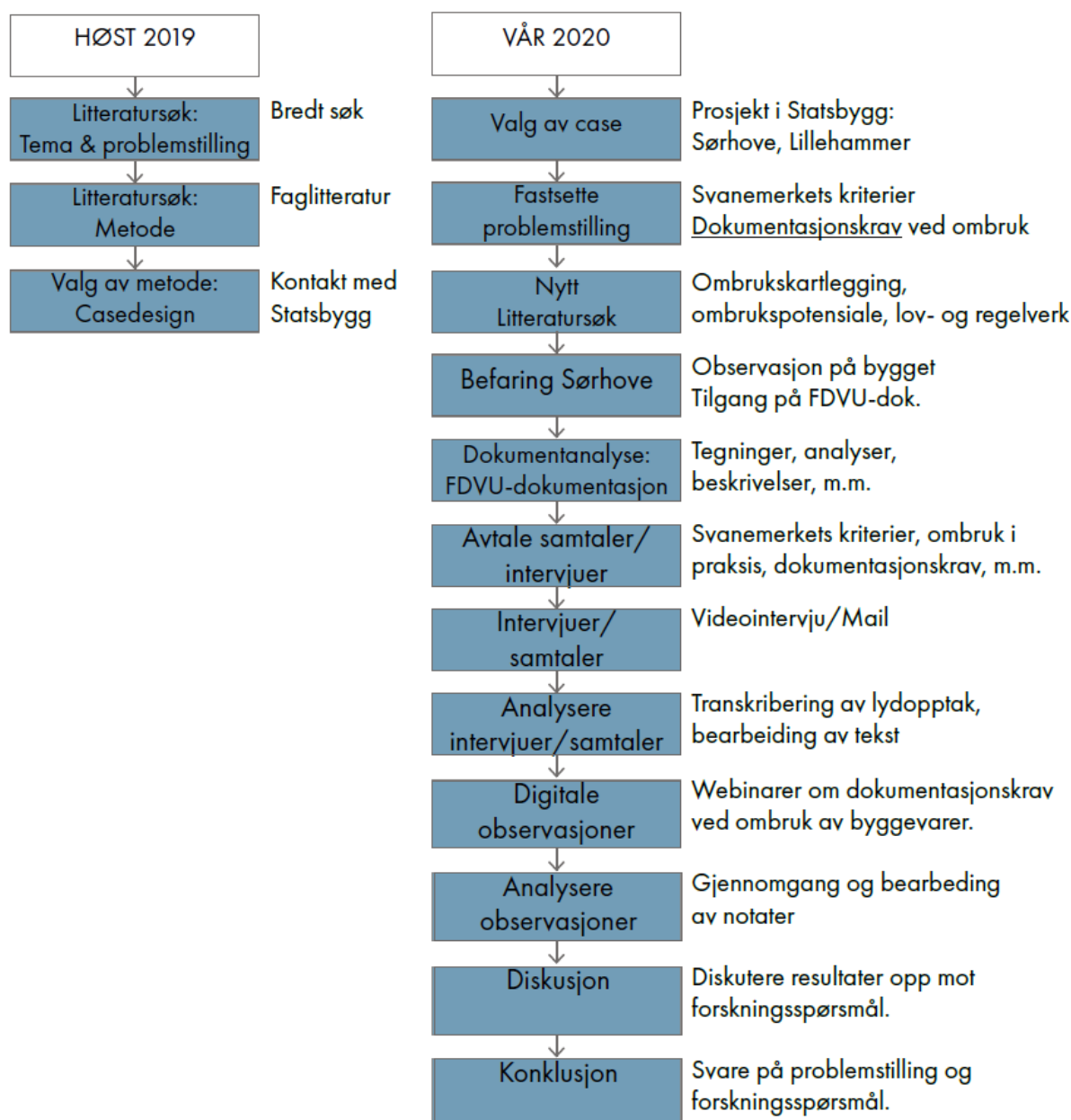
Forskningsspørsmål 3 går ut på å redegjøre for dokumentasjonsprosessen ved ombruk av byggevarer. For å svare på dette er det valgt en kombinasjon av metodiske tilnærminger. Det er gjennomført en litteraturstudie for å redegjøre for gjeldende lov- og regler ved ombruk av byggevarer, og undersøkt hva som er «beste praksis» for tolkning av regelverket per i dag. I tillegg er det gjennomført intervjuer og observasjoner for å dokumentere bransjens oppfatninger av lov- og regelverket, for å sikre at egne tolkninger av dokumentasjonskravene ved ombruk er troverdige og pålitelige.

Før Statsbygg ble kontaktet i forbindelse med et eventuelt samarbeid om en case-studie, ble det vurdert hvorvidt case-studie egnet seg som metode for å svare på problemstillingen. For å fastslå dette ble en strategi beskrevet av Yin (2018, s. 9) benyttet. Yin beskriver tre betingelser for å fastslå dette; de tre betingelsene er: (a) Hvordan problemstillingen formuleres, (b) hvorvidt forskeren trenger kontroll over adferdshendelser og (c) om hendelsene er avgrenset av dagens situasjon, i motsetning til historiske hendelser. Tabell 3-1 viser hvordan betingelsene kan oppfylles berettigede case-studie som egnet metode.

Metode	(a) Formulering av problemstilling	(b) Krever kontroll over adferdshendelser	(c) Fokus på dagsaktuelle hendelser?
Case-studie	Hvordan?	Nei	Ja

Tabell 3-1: Kriterier for å ha en relevant situasjon for case-studie som metode. Basert på Yin (2018)

Ettersom problemstillingen er formulert på formen «Hvordan», er den første betingelsen oppfylt. For å gjennomføre en case-studie på et byggeprosjekt trenger man heller ikke å ha kontroll over adferdshendelser; dermed er to av tre betingelser oppfylt. Ettersom ombruk av byggevarer trygt kan sies å være et dagsaktuelt tema i BAE-sektoren er alle betingelsene oppfylt. Case-studie som metodevalg er derfor berettiget.



Figur 3-1: Oversikt over forskningsprosessen.

### 3.2.1 LITTERATURSTUDIET

Det er ikke uvanlig at et forskningsprosjekt starter med en grundig litteraturgjennomgang på det valgte temaet (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 105). Denne oppgaven er intet unntak, og litteraturstudiet danner således basisen for det teoretiske grunnlaget i oppgaven.

Formålet med litteraturstudien er å undersøke hvilken forskning som er gjort på området, og hvordan denne er utredet (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 105). I denne oppgaven innebærer dette blant annet en gjennomgang av lover og regler, rapporter utredet av både offentlige og private aktører samt relevante fagartikler publisert i troverdige redaksjoner.

#### Avgrensninger

Litteraturstudiet avgrenses i hovedsak av oppgavens tidsramme. Litteratursøket startet på høsten i forbindelse med prosjektoppgaven i faget AAR4874 Teori og Metode, en oppgave som løp parallelt med flere andre fag og innleveringer. Således ble det begrenset med tid til å gjennomgå relevant litteratur, og kildene som er gjennomgått er i hovedsak hentet fra norske skrivelser og rapporter. Det finnes også internasjonal litteratur på området, men med tanke på validitet er norske studier mest relevante. Felles for både norske og internasjonale kilder er at mye av litteraturen har begrenset validitet, og således har mye av tiden gått til å gjennomgå flere slike kilder for å hente ut de dataene som er relevante for temaet og problemstillingen.

En begrensning i litteratursøket har vært undertegnede egen erfaring med systematisk litteratursøk, særlig ved bruk av ulike søkemotorer. Prosessen med å sette seg inn i fremgangsmetodikk, søkestrategi og utvelgelse av relevant informasjon har også tatt sin tid.

En annen begrensning har vært temaets aktualitet; gjennom hele oppgaveperioden har det kommet ny litteratur og forskning på området, som har skapt merarbeid med oppgaven, og fordret jevnlig «ombruk» av søkematrisen vist i tabell 3-2. Samtidig bidrar ny forskning på temaet fra troverdige forskningsmiljøer til å kontrollere at vurderingene som allerede er gjort i oppgaven er korrekte, evt. ukorrekte.

## Fremgangsmåte

Litteraturstudien startet med innledende søk for å definere tema og problemstilling for oppgaven, etterfulgt av mer spesifiserte søk med hensyn til de da definerte rammene. Selve søkestrategien er i hovedsak basert på en forelesning gitt i faget AAR4874 Teori og Metode av Stine T. Moltubakk. Hun nevnte blant annet fordelene av å benytte ulike søkemotorer for å få flere gode treff, og presenterte kort de ulike søkemotorene hun hadde nyttet i sin masteravhandling. I denne oppgaven er det derfor nyttet tre ulike søkemotorer: Google, Oria, og Scopus. Det er brukt både norske og engelske søkeord, for å finne internasjonal litteratur der den norske litteraturen ikke strekker til.

Det innledende søket avdekket tidlig hvilke søkeord som fungerte godt og ikke. Litteraturen som viste seg god og relevant refererte ofte videre til andre rapporter som viste seg nyttige. Etter hvert ble litteratursøket ble mer spisset og detaljorientert. Etter at rammene rundt ombruksanalyser var gjennomgått, ble det behov for å undersøke produktspesifikk dokumentasjon for å kunne vurdere de kartlagte byggevarene i case-studien opp mot relevante vurderingskriterier. Her ble det brukt mye tid på å studere produktdokumentasjon fra relevante produsenter, for å fremskaffe informasjon om byggevarens forventede levetid, innhold av helse- og miljøfarlige stoffer, hvordan byggevaren kan demonteres, hvilke hensyn man må ta ved håndtering, hvilken input man kan bruke ved mengdeberegninger, m.m. Tabell 3-2 viser søkematrisen nyttet i litteraturstudien.

## Vurdering av litteratur - kildekritikk

Litteraturen benyttet i oppgaven er hentet fra fagbøker, publikasjoner, rapporter, web-artikler samt brosjyrer og FDVU-dokumenter fra troverdige aktører. Ifølge Johannessen, Tuft og Christoffersen (2016, s. 104) er hovedelementene i allmenn kildekritisk tilnærming kildens autenticitet, troverdighet og representativitet. Ved vurdering av kildene er det gjort følgende vurdering:

- Hvem er opphavspersonen/organisasjonen, og hvorfor er dokumentet laget?
- Er kilden relevant for problemstillingen, og er det faglige svakheter som indikerer lav troverdighet?
- Er dokumentet dekkende for ett av forskningsspørsmålene?

Enhver kilde er vurdert kritisk før bruk. Det er i stor grad benyttet kilder fra troverdige aktører som EU-kommisjonen, DiBK, NHP-nettverket, Grønn Byggallianse, etc. Ettersom dokumentene ofte ikke er fullt ut relevante for problemstillingen eller forskningsspørsmålene, er søkeordene i søkematrisen også benyttet til å søke i selve dokumentene, for å effektivt finne frem til relevant informasjon.

Tema	Søkeord norsk	Søkeord engelsk	Database
<b>Sirkulærøkonomi</b>	Sirkulærøkonomi, Sirkulære bygg	Circular economy, Circular buildings	Google
<b>Ombruk av byggevarer</b>	Ombruk/gjenbruk av: byggevarer/materialer/bygningsdeler Vurdering av ombrukspotensiale/egnethet for ombruk	Reuse of building/construction: Products/materials/elements/ components Pre-demolition audit Reuse potential of construction products	Google, Oria, Scopus
<b>Selektiv riving</b>	Selektiv riving, Demontering for ombruk	Selective demolition/ deconstruction and reuse	Google, Oria, Scopus
<b>Miljøsertifisering</b>	Svanemerket, BREEAM,	Kun norsk benyttet	Google
<b>Dokumentasjonskrav</b>	Dokumentasjonskrav for bygninger Dokumentasjon ved ombruk Kvalitetssikring av brukte byggevarer	Kun norsk benyttet	Google
<b>Mengdeberegning</b>	Egenlaster, Byggforsk	Kun norsk benyttet	Google
<b>Farlig avfall</b>	Farlig avfall isolasjon, vinduer, etc. Helse- og miljøfarlige stoffer i byggebransjen	Kun norsk benyttet	Google
<b>Montering</b>	Monteringsanvisning takstein, ventilasjonskaler, vinduer, etc.	Kun norsk benyttet	Google

Tabell 3-2: Søkematrisen benyttet i litteraturstudien.

### 3.3 CASE-STUDIE

For å svare på problemstillingen er det besluttet å gjennomføre en case-studie. Case-studien er et godt eksempel på kvalitativ metode som induktiv tilnærming, med sikte på å utrede generelle sammenhenger basert på funn fra et enkelttilfelle (Yin, 2018).

Case-studier kan med fordel gjennomføres ved å kombinere forskjellige metoder, for å samle inn mye og detaljerte data. Ifølge Yin (2018, s. 113) vil de ulike metodene komplementere hverandre.

Etter anbefalingen fra Yin er det benyttet flere metoder for innsamling av data i denne case-studien. Informasjonen er innhentet ved bruk av kvalitative intervjuer/samtaler, observasjoner, og dokumentanalyse. I de kommende underkapitlene beskrives de benyttede metodene mht. hvorfor de er valgt som metode, fremgangsmåte ved innhenting av data og avgrensninger ved gjennomføring. Hvert underkapittel rundes av med å evaluere selve gjennomføringen.

Rehabiliteringsprosjektet ombruksanalysen bygger på, ble valgt ut ved hjelp av Statsbygg. Bygget heter Sørhove, og er en del av Høyskolen i Innlandet, Lillehammer. Case-prosjektet presenteres i kapittel 5.1.

#### 3.3.1 OBSERVASJONER

Ifølge Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016, s. 122) vil observasjoner være en godt egnet metode i studier der forskeren ønsker å få direkte innsyn til hvordan ting faktisk er, i forhold til det som beskrives på papiret. I dette prosjektet er det gjennomført en fysisk observasjon i form av befaring på case-prosjektet for å få visuell innsikt i det studerte byggverk, og tre digitale observasjoner i form av webinarer, for å få innsikt i hvordan bransjen jobber med ombruk av byggevarer.

#### **Befaring på case-prosjekt: Sørhove**

##### Fremgangsmåte

Befaring på Sørhove ble gjennomført 29.01.2020, etter avtale med Statsbyggs prosjektorganisasjon og driftspersonell på Sørhove. Før befaringsen fikk undertegnede en prosjektgjennomgang med arkitektene i prosjektet, WSP/Rik, for å bli kjent med bygget og rehabiliteringsprosjektet før selve befaringsen.

Befaringen ble gjennomført som en omvisning på bygget, veiledet av driftsleder på Sørhove. Underveis ble ulike byggevarers egnethet for ombruk diskutert, og fotografert av

undertegnede. Driftslederen hadde god kjennskap til bygget, og bisto med nyttig informasjon og subjektive vurderinger underveis.

Etter befaringen på Sørhove ble digitale lagringssystemer gjennomgått, samt det driftsavdelingen hadde av fysisk dokumentasjon: Papirdokumenter lagret i mappestrukturer på driftskontoret, og ringpermer i et fjernlager på hovedbygget. Undertegnede fikk tilgang til digitale lagringssystemer, og måtte selv velge ut hva som var av viktighet for gjennomføring av ombruksanalysen. Da befaringen ble gjennomført på et tidlig stadie og tilgangen var begrenset, ble det naturlig å inkludere så mye dokumentasjon som mulig – og heller gjøre en avgrensning senere. Det ble også undersøkt om det fantes relevant dokumentasjon i ringpermene – her ble bl.a. ventilasjonstegninger avgjørende for mulighetsstudiens mengdeberegninger.

I dag er det helt vanlig i eldre bygninger at FDVU-dokumentasjon er lagret i analogt format, men det jobbes ettertrykkelig både i bransjen og internt i Statsbygg for å digitalisere denne informasjonen. Uansett er ikke dette arbeidet fullført per dags dato, og dermed måtte ringpermer gjennomgås, for å undersøke om det kunne være relevant informasjon for case-studien i disse permene.

#### Avgrensninger/begrensninger

Ettersom prosjektet ligger i Lillehammer og undertegnede har studiested i Trondheim, ble det kun gjennomført én befarings på Sørhove. Undertegnede fikk imidlertid opprettet en Statsbygg-bruker, slik at aktørene i prosjektet og tilgang til interne filsystem var tilgjengelig dersom nødvendig.

Ved innhenting av FDVU-dokumentasjon på eldre bygninger er et vanlig hinder å lokalisere den etterspurte dokumentasjon. På Sørhove er dokumentasjon lagret i ulike digitale systemer, i tillegg til analoge mappestrukturer lokalt på driftsavdelingen. Ved gjennomgang av analoge mappestrukturer klarte ikke driftsleder eller undertegnede å finne mer enn én mappe med dokumenter av relevans, som lå på et fjernlager på hovedbygget. Dette utgjorde en begrensning ved dokumentanalysen, mht. nøyaktighet i kartleggingen.

#### Evaluerings

Forberedelsene til befaringen kunne vært bedre. Hvilke byggevarer som skulle vurderes i prosjektet var ikke definert, og dermed var det heller ikke klart hvilke byggevarer det ville være spesielt interessant og undersøke ved befaringen. Dette hadde sin naturlige forklaring i at dokumentasjonsgrunnlaget for å vurdere utvelgelse av byggevarer først ble tilgjengeliggjort etter befaringen. Konklusjonen blir at befaringen kunne gitt mer, dersom undertegnede hadde vært bedre forberedt. Likeså var befaringen viktig for å få kjennskap

til bygget – og det gjorde det langt enklere å tolke tegningsgrunnlaget som ble gjennomgått i dokumentanalysen.

## Digitale observasjoner

Fremgangsmåte

Fra 14.05-02.06 2020 deltok undertegnede på tre digitale observasjoner med fokus på ombruk av byggevarer:

Tittel	Arrangør	Dato
Digital byggeplassbefaring – KA13	Futurebuilt	14.05.2020
Er ombruk en omvei til sirkulærøkonomi?	DiBK	20.05.2020
NHP-nettverket: Møte 3	Representant fra NHP-nettverket	02.06.2020

Tabell 3-3: Oversikt, digitale observasjoner.

### Digital byggeplassbefaring – KA13

14.05.2020 inviterte Futurebuilt til en åpen, digital byggeplassbefaring på KA13. Dette var første gang de gjennomførte en slik type befaring – i ettertid informerte Futurebuilt om at 600 (!) deltakere hadde vært med på befaringen (personlig kommunikasjon, NHP-nettverket, 10.06.2020). Befaringen i seg selv var spilt inn på forhånd, og tok ca. 30 minutter. Det digitale møtet ble derfor startet med å spille av befaringsvideoen, samtidig som man kunne stille spørsmål underveis – og få disse besvart av de involverte i prosjektet. Etter befaringsvideoen ble det spørreunde, hvor ordstyrer fra Futurebuilt ledet intervjuet med spørsmål fra deltakerne.

### Er ombruk en omvei til sirkulærøkonomi?

20.05.2020 arrangerte DiBK et webinar, der de presenterte deres nye rapport *Samfunnsøkonomisk analyse av redusert avfall i byggebransjen*. Undertegnede ble tipset om å delta på dette webinarer på mail-intervjuet med DiBK. Rapporten viser at det foreløpig er mer lønnsomt å satse på avfallsminimering (øverst på avfallspyramiden), men konkluderer også med at ombruk på sikt kan bli mer lønnsomt, etter hvert som markedsportaler med fullt dokumenterte byggevarer tilgjengelig blir lansert.

### NHP-nettverket møte 3

Møtet ble arrangert 02.06.2020. Undertegnede ble invitert til dette digitale møtet under webinarer «*Er ombruk en omvei til sirkulærøkonomi?*». På agendaen her var krav til ombruk av byggevarer mht. kvalitetssikring og dokumentasjon, hvor det ble anledning til å komme med innspill til subjektive tolkninger av regelverket underveis. Forumet var en



gylden mulighet til å undersøke hvorvidt egne tolkninger rundt regelverket, som presentert i teorikapittelet, var korrekte og tilstrekkelig dekkende.

#### Begrensninger

Den største begrensningen med de digitale møtene var begrenset spillerom til å stille egne, relevante spørsmål. Temaet var satt, det var mange deltakere og spørsmål stilt av publikum ble besvart kort og konsist – uten å gå i detalj.

#### Evaluerings

Til tross for åpenbare begrensninger, var befaringene en gylden mulighet til å observere bransjens engasjement og erfaringer vedrørende ombruk av byggevarer. Med hensyn til disponert tid til å arbeide med øvrige metoder, ble disse observasjonene et godt alternativ til å samle inn kvalitative erfaringer, sammenlignet med intervjuer, som ville vært meget tid- og ressurskrevende. Webinarene var således en effektiv måte å få egne tolkninger vedrørende dokumentasjonskravene ved ombruk bekreftet fra fagkyndig hold, og således sikre oppgavens reliabilitet (mer om reliabilitet i kap. 3.5.1).

### 3.3.2 DOKUMENTANALYSE

Dokumentanalyse anses å være en form for kvalitativ innholdsanalyse, der forskeren gjennomfører innsamling og analysering av data for å tilegne seg viktig og relevant informasjon vedrørende temaet som skal studeres nærmere. Dokumenter kan være alt fra offentlige dokumenter som stortingsmeldinger o.l., til dokumenter av privat karakter som fotografier og dagbøker (Johannessen, Tuft og Christoffersen, 2016, s. 99). I denne case-studien er dokumentanalysen fokusert inn mot prosjektdokumentasjon relevant for case-studien, samt offentlige lov- og regelverk som Byggevareforordningen med tilhørende harmoniserte standarder.

#### Fremgangsmåte

For å fastslå hvilke type byggevarer som var i bygget og anslå mengder ble det helt nødvendig å analysere det som var tilgjengelig av relevant dokumentasjon; tegninger, produktdokumentasjon, beskrivelser, m.m. Tilgang til digitale lagringssystemer for dokumentasjon samt gjennomgang av analoge mappestrukturer lokalt på bygget ble muliggjort av Statsbygg, som en del av samarbeidet om denne masteroppgaven. Underveis i oppgaven ble det tatt kontakt med WSP og driftsavdeling på Sørhove etter behov – her var Statsbygg svært behjelpelige. Liste over benyttet prosjektdokumentasjon i case-studien er vedlagt, se vedlegg 3.

## Avgrensninger/begrensninger

En naturlig avgrensning ved dokumentanalysen var fastsatt på et tidlig stadium i samråd med Statsbygg: Kun et utvalg byggevarer skulle kartlegges i studien. Dette var naturlig, fordi å kartlegge hele bygget ville blitt for tidkrevende, gitt masteroppgavens tidsramme.

En begrensning ved dokumentanalysen var mangelen på relevant prosjektdokumentasjon å analysere, som følge av begrenset og noe uoversiktlig lagring av dokumentasjon, både digitalt og analogt.

## Evaluerings

Dokumentanalysen kunne vært gjort mer systematisk. Da det ble tilgjengeliggjort mye dokumentasjon samtidig, og på et tidspunkt hvor oppgavens rammer ikke var fullt ut definert, tok det tid å sette seg inn i alt. Sett under ett, ble dokumentanalysen helt avgjørende for case-studien.

### 3.3.3 KVALITATIVE INTERVJUER/SAMTALER

Den mest brukte metoden for innsamling av egne data er kvalitative intervjuer (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 145). Det finnes flere måter å strukturere intervjuer på: Ustrukturerte intervjuer bærer preg av å være en samtale rundt et tema, mens mer strukturerte intervjuer kan basere seg på standardiserte spørsmål og faste svaralternativer som intervjuer krysser av for underveis. Mellom ytterpunktene av intervjuets grad av struktur er det vanlig med *semistrukturerte* eller *delvis strukturerte* intervjuer, også kalt *intervjuer basert på intervjuguide* (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 147-148).

I denne studien er det gjennomført to intervju; ett strukturert mailintervju og ett semi-strukturert videointervju (Teams). I mailintervjuet ble det sendt en liste med spørsmål, som ble besvart av informanten. I videointervjuet ble det sendt noen spørsmål på forhånd, men også lagt opp til at intervjuobjektene kunne snakke fritt. Intervjuet kunne da styres i ønsket retning av undertegnede, og forfølge de spesifikke svarene som ble gitt (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 156-157).

Videre er det sendt mail til flere aktører, med konkrete spørsmål om byggevarerne som er vurdert i case-studien. Dette kan ikke sies å være intervju, men en form for samtale over mail; mailkorrespondens, om man vil. Dette ble gjort for å innhente konkret informasjon om enkeltspørsmål, der intervjuer ikke ble vurdert som nødvendig.

## Utvalgsstørrelse, kvalitative intervjuer/samtaler

Å finne en passende utvalgsstørrelse er ifølge Kvale og Brinkmann (2015, s. 148) så enkelt som at man må intervju så mange personer som det trengs for å finne ut det man trenger å vite (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 148). I starten av studien ble intervju som metode bortprioritert, da dokumentanalysen viste seg svært tidkrevende, og det var et ønske om å gå grundig til verks i arbeidet med å analysere byggevarerne i case-prosjektet. Argumentene for å ha få intervjuer er ifølge Brinkmann nettopp det å gå grundigere til verks, samtidig som det gjør forskningen mer letthåndterlig; spesielt for studenter med begrenset tid og ressurser (Kvale og Brinkmann, 2015, s. 149). I strid med allmenne fordommer i vitenskapen poengterer Kvale og Brinkmann (2015) at det også er mulig å si interessante ting om samfunnet generelt ved å kun analysere enkelttilfeller.

## Kriterier for valg av informanter

Ved strategisk utvelgelse av informanter er det vanlig å først definere målgruppen som må delta for at relevant og nødvendig data kan innsamles. Kriteriene for valg av informanter fra valgt målgruppe baserer seg så i hovedsak på hvor *hensiktsmessig* informasjonen fra personene vil være for oppgaven (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 119). Følgelig ble tre kriterier definert ved utvelgelse av informanter:

1. Informanten/bedriften jobber med/har jobbet med et ombruksprosjekt,
2. Informanten/bedriften besitter relevant kunnskap om byggevarer vurdert i case-studien.
3. Informanten/bedriften besitter produktdokumentasjon om byggevarer vurdert i case-studien.

Det har først og fremst vært relevant å kontakte aktører ifbm. konkrete spørsmål tilknyttet oppgaven, mht. tilgang på produktdokumentasjon, spesifikke opplysninger knyttet til ombruk av ulike byggevarer samt praktiske spørsmål knyttet til Svanemerkets kriterier. Det har derfor i stor grad vært tilstrekkelig med mailkorrespondens – der det har vært flere, omfattende spørsmål er det gjennomført intervjuer. Listen av kontaktede aktører ifbm. intervjuer og mailkorrespondens er vedlagt, se vedlegg 7.

### 3.4 FORKNINGSETISKE RETNINGSLINJER

Forskning må underordne seg etiske prinsipper og juridiske retningslinjer. Etikk handler først og fremst om forholdet mellom mennesker, da knyttet til de prinsipper, regler og retningslinjer som sier noe om hva vi kan og ikke kan gjøre mot hverandre. Det handler om å ivareta personvernet og sikre troverdighet av forskningsresultater (Dalland, 2012, s. 94). Dette er tilfellet i all type forskning; særlig innenfor samfunnsvitenskapen, fordi denne i større grad berører enkeltmennesker og forholdet dem imellom direkte. (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 83)

Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) har vedtatt forskningsetiske retningslinjer med det formål å «... gi forskere og forskersamfunnet kunnskap om anerkjente forskningsetiske normer» (NESH, 2016, s. 5). Johannessen, Tufte og Christoffersen (2016) gjengir et sammendrag av retningslinjene forfattet av Per Nerdrum (1998), som viser at det er særlig tre typer hensyn en forsker må tenke igjennom:

- 1) Informantens rett til selvbestemmelse og autonomi,
- 2) Forskerens plikt til å respektere informantens privatliv og
- 3) Forskerens ansvar for å unngå skade

De som deltar eller har deltatt i en undersøkelse skal kunne bestemme over sin deltakelse. Vedkommende skal gi uttrykkelig informert og frivillig samtykke til å delta, og skal når som helst i prosessen kunne trekke sin deltakelse uten å møte noen form for konsekvenser av den grunn. Deltakerne skal også kunne stole på at forskeren ivaretar konfidensialitet og ikke bruker opplysninger slik at personer som deltar i undersøkelsen og ønsker å forbli anonyme kan identifiseres (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 86).

I denne oppgaven er alle informanters anonymitet ivaretatt, ved å utelate personnavn og kun benytte firmanavn og evt. stillingstittel. Det som er skrevet basert på informantenes utsagn, er sendt til informantene for gjennomlesing og godkjenning før publisering av oppgaven.

### 3.5 DATAANALYSE

Data betegner noe som er gitt; når en hendelse har forløpt og registreres, ved film, foto, notater e.l., er denne hendelsen blitt data (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 32). I forskning benyttes gjerne begrepet *empiri* til å betegne data som beskriver hendelser etter at de har forløpt.

Innsamlet empiri må analyseres og tolkes; ved analysering av kvalitativ empiri, foregår dette ved å bearbeide tekst (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 29). Ved analysering av funn fra intervjuene og observasjoner, er det sett på momenter tilknyttet dokumentasjonsprosessen ved ombruk, som redegjort for i teorien. Empirien fra intervjuer/webinarer er sammenlignet mht. hvordan dokumentasjonskravene kan redegjøres for; intervjuet med Treteknisk ble transkribert før analyse. Ved å analysere ulike informanters subjektive tolkninger og erfaringer med regelverket og sammenligne dette med egne tolkninger, kunne påliteligheten til nye funn og enge tolkninger styrkes. Funnene er bearbeidet til å utrede sammenhenger ved dokumentasjonsprosessen for ombruk av brukte byggevarer illustrert ved to flytskjemaer, se kapittel 6.3.2 og 6.3.3.

I case-studien er resultatene basert på undertegnedes gjennomføring av ombruksanalysen, med utgangspunkt i teoretiske retningslinjer. Empirien vil her beskrive kvalitativt hvordan teorien bak ombruksanalyser kan etterfølges i praksis: Hvordan ble befaringen gjennomført og dokumentert, hvilken prosjektdokumentasjon var nødvendig for kartleggingen, hvordan ble byggevarenes egnethet for ombruk vurdert, osv. Etter gjennomført case-studie, er empirien fra case-studien analysert opp mot teorien i diskusjonskapittelet, og subjektive tolkninger og anbefalinger til gjennomføring av ombruksanalyser gis (kapittel 6 og 7).

#### 3.5.1 EVALUERING AV DATA

Én av de grunnleggende kravene til vitenskapelig forskning er at metodene skal gi troverdig kunnskap. For at dette skal oppnås må kravene til validitet og reliabilitet være oppfylt. (Dalland, 2012, s. 120)

Ifølge Dalland (2012, s. 120) er det to spørsmål som må stilles til innsamlet data:

1. Hvilken relevans har data for problemstillingen? (Validitet)
2. Hvor pålitelig er måten data er samlet inn på? (Reliabilitet)

#### Validitet (Relevans)

I forskning betegnes dataenes relevans ved *validitet*, av det engelske begrepet *validity*. Validiteten i kvalitative undersøkelser kan undersøkes på tre måter: Begrepsvaliditet, intern validitet (troverdighet) og ekstern validitet (overførbarhet) (Johannessen, Tufte og

Christoffersen, 2016, s. 66). Yin (2018) understøtter dette, men bruker betegnelsene konstruktvaliditet, indre og ytre validitet.

Ekstern validitet (Overførbarhet)

Ifølge Johannessen, Tufto og Christoffersen (2016, s. 233) snakker man ikke om generalisering i kvalitative studier, men om *overførbarhet* (ekstern validitet). Dette fordi begrepet generalisering gir assosiasjoner til statistisk generalisering ved gjennomføring av kvantitative undersøkelser.

Denne oppgaven tar sikte på å trekke slutninger som er overførbare, utover de undersøkte tilfellene. Deltakelse på webinarer med flere av de fremste rådgiverne på dokumentasjonskrav ved ombruk, gir en god ekstern validitet, fordi de subjektive tolkningene av lov- og regelverket som presenteres, diskuteres i et åpent forum. Således vil empirien innsamlet vedrørende dokumentasjonskrav ved ombruk i Norge, være overførbart til andre prosjekter i Norge. Overførbarheten er dog begrenset; de konkrete funn tilknyttet oppfyllelse av opprinnelige dokumentasjonskrav i case-prosjektet, vil kun være direkte overførbare for rive- eller rehabiliteringsprosjekter som er bygget i tråd med gjeldende regelverk i 1989.

Case-studien gjennomfører en ombruksanalyse i tråd med Svanemerkets kriterier, og som det ble vist i teorikapittelet vil fremgangsmetoden for gjennomføring av ombruksanalyser, både med og uten miljøsertifisering, være omtrent den samme. Resultatene fra case-studien kan derfor sies å gi overførbar empiri rundt prosess og gjennomføring av ombruksanalyser i Europa, da retningslinjene for gjennomføring av ombruksanalyser tar utgangspunkt i Europeiske retningslinjer og lovgivning.

Intern validitet (Troverdighet)

Intern validitet defineres gjerne innen kvantitativ forskning ved spørsmålet «*måler vi det vi tror vi måler?*» (Johannessen, Tufto og Christoffersen, 2016, s. 232). Dette understøttes av Yin (2018, s. 43), som forklarer at intern validitet betegner hvorvidt resultatene som innhentes virkelig gir svar på det man undersøker. I denne studien er troverdigheten av resultatene kontrollert ved å tilbakeføre resultatene til informantene: Ved analyse av Svanemerkets kriterier for ombruk (inkludert figur 5-7) er det holdt jevnlig kontakt med Svanemerket for å kontrollere troverdigheten av de subjektive tolkningene. Ved tolkning av funn fra intervjuer og observasjoner, er dette sendt tilbake til aktørene for gjennomlesing og godkjenning. Hva angår empirien og funnene fra den praktiske gjennomføringen av ombruksanalyser, er dette diskutert med veileder fra Statsbygg underveis i prosessen, samtidig som nye funn er vurdert opp mot det teoretiske grunnlag.

## Pålitelighet (Reliabilitet)

Dataenes pålitelighet står helt sentralt i all forskning – i forskning betegnes dette gjerne *reliabilitet*, av det engelske begrepet *reliability* (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 36). Reliabilitet er tilknyttet nøyaktigheten av dataene som samles inn; hvilke data er benyttet, hvordan er dataen samlet inn og hvordan er dataen bearbeidet.

Uansett hvilken metode man nytter, vil det være feilkilder knyttet til gjennomføringen som forskeren må være bevisst på. Ved intervjuer, må man her tenke på kommunikasjonen mellom intervjuer og objektet; blir spørsmålene riktig oppfattet? Forstår intervjueren svaret slik det er ment? Videre må notater føres forståelig, lydopptak må ha god nok kvalitet, også videre. Dette er bare noen av momentene man må være oppmerksom på, og ved godt forarbeid kan man redusere en del av de vanligste feilene. (Dalland, 2012, s. 120-121)

Det finnes flere metoder for å teste datas reliabilitet på. Johannesen et. al (2016) fremhever to metoder: Den ene er å gjennomføre samme undersøkelse på to ulike tidspunkter, eksempelvis med et par ukers mellomrom. Får man samme resultat begge gangene, tyder dette på høy reliabilitet; dette betegnes som *test-retest-reliabilitet*. Den andre er at flere forskere undersøker samme fenomen. Avdekker flere forskere de samme resultatene, er dette et tegn på høy reliabilitet. Dette betegnes som *interreliabilitet*. (Johannessen, Tufte og Christoffersen, 2016, s. 36-37)

Ved gjennomføring av videointervju ble det benyttet videoopptak fra datamaskin; lydopptaket hadde meget god kvalitet. En svakhet med intervjuet var undertegneds kunnskap om temaet på forhånd; for å sikre at svarene ble riktig oppfattet av undertegnede, ble det sendt mail vedrørende usikkerhetsmomentene for bekreftelse av tolkningen. Ved digitale observasjoner ble det tatt notater, da det ikke var avklart på forhånd vedrørende tillatelse til å føre lydopptak. Igjen ble det endelige resultat sendt til de relevante informasjonskildene for å bekrefte at tolkningen av informasjon var korrekt.

For samtlige funn er det tilstrebet å oppnå god interreliabilitet. I litteraturstudien oppnås dette ved å vise at flere troverdige kilder viser til samme funn/resultater. Ved gjennomføring av intervjuer og observasjoner, har selve hensikten vært å understøtte egne tolkninger vedrørende lov- og regelverk, samt å få innsikt i praktisk anvendelse av lov- og regelverket. Som nevnt over vurderes webinarne som en god mulighet til å bekrefte subjektive tolkninger, og i tillegg til å sikre overførbare funn, sikrer dette også interreliabilitet, ettersom flere uavhengige aktører har kommet frem til samme resultat/tolkning.

## 4 DOKUMENTASJONSPROSESSEN VED OMBRUK

I dette kapitlet presenteres resultatene fra intervjuer med DiBK og Treteknisk, og resultatene fra observasjoner gjort under webinarne «Digital byggeplassbefaring», «Er ombruk en omvei til sirkulærøkonomi» og «NHP-nettverket arbeidsgruppe 3-møtet».

### 4.1 INTERVJUER

Intervjuene tar utgangspunkt i dokumentasjonskrav som er relevante ved ombruk av byggevarer i case-prosjektet. Intervjuet med DiBK presenteres først, deretter Treteknisk. Intervjuet med DiBK tar utgangspunkt i gjeldende dokumentasjonskrav i 1989 – dette fordi case-prosjektet Sørhove ble ferdigstilt det året. For å forstå resultatene fra intervjuet, må det redegjøres kort for dokumentasjonskravene som gjaldt på det tidspunktet. Dermed gis en kort dokumentanalyse av Byggeforskrift 1987 med veiledning i underkapitlet her.

#### 4.1.1 DOKUMENTANALYSE – BYGGEFORSKRIFT 1987

Sørhove hadde byggestart i 1988, og ble ferdigstilt august 1989. Ifølge Byggeforskrift 1987 (BF 1987) ble Byggevaredirektivet av 1989 først gjeldende i Norge 12.4.1996 (DiBK, 1987). Opprinnelige lovkrav finnes da nedfelt i Plan og bygningsloven av 1985, med tilhørende forskrift Byggeforskrift 1987. Dokumentasjonskrav var da gitt etter forskriftens kapittel 12 *Godkjenning og kontroll*. Etter 12:1 *Generelt* ga kapitlet bestemmelser om «*sentral godkjenning av materialer, konstruksjonssystemer og produkter til bygningsbruk, samt kontroll med tilvirkning av disse, når produktene er av en slik art at de vanskelig lar seg kontrollere på byggeplassen*» (DiBK, 1987, s. 3). Videre var bestemmelser om godkjennings- og kontrollordninger gitt etter 12:2 *Godkjennings- og kontrollordninger*.

Ifølge *Rett og slett – En veiledning til Byggeforskrift 1987* gjaldt de obligatoriske godkjennings- og kontrollordningene kun for byggevarer som ble serieprodusert, og som inngikk i byggesystemer som ble markedsført generelt. Ordningene omfattet ikke elementsystemer utviklet og produsert for ett enkelt prosjekt. Det fantes dog særskilte ordninger for betong, røykkanaler og varmeanlegg, plast, duk og folie til haller, sement og armeringsstål, etter kapittel 12:22-12:26. Videre omfattet ordningene både lukkede og åpne elementer av alle typer materialer, men kun dersom disse inngikk i bærende konstruksjoner og «hovedbygningssdeler», herunder takkonstruksjon, yttervegger, etasjeskillere, bærende innervegger og andre innervegger med spesielle funksjonskrav. Åpne konstruksjonselementer som kunne prosjekteres etter Norsk Standard var ikke omfattet av ordningene. Obligatorisk godkjenningssertifikat fra Statens Byggetekniske etat eller andre offentlige etater må da fremskaffes for å dokumentere at byggevaren samsvarer med relevant ordning. (Statens Bygningstekniske etat, 1990, s. 12)



#### 4.1.2 INTERVJU: DIREKTORATET FOR BYGGKVALITET

Det er gjennomført et intervju på e-post med DiBK, vedrørende dokumentasjonskrav ved ombruk av byggevarer opprinnelig omsatt i 1989, da Sørhove ble bygget. Det ble sendt en intervjuguide på 9 spørsmål; her gjengis hovedpunktene i svarene som ble gitt. Intervjuspørsmålene kan leses i vedlegg 5.

##### Hovedpunkter

Sørhove ble ferdigstilt i 1989. Dette kan være et kinkig år mht. hvilket regelverk som var gjeldende – Byggevaredirektivet, som kom i 1989, eller tidligere regelverk? Ifølge informanten ble Byggevaredirektivet først implementert i norsk lovgivning i 1997, altså gjaldt det ikke i 1988-1989 da Sørhove ble bygget. Informanten kjenner ikke til forskriftsendringen som sier at Byggevaredirektivet ble gjeldende 12.4.1996.

Dersom en byggevare er bragt i omsetning første gang før 1. juli 2013, og da oppfylte kravene i Byggevaredirektivet av 1989, skal kravene i Byggevareforordningen anses oppfylt, jf. forordningens art. 66. Ifølge informanten gjelder denne bestemmelsen også for byggevarer omsatt før Byggevaredirektivet. Dette er ikke spesifisert i lovverket, men er basert på en vanlig fortolkning om at regelverk ikke har tilbakevirkende kraft. Derfor vil dokumentasjon fra byggeåret være gyldig – dersom byggevarens egenskaper ikke er endret. I praksis gjelder dette byggevarer som ikke har vært brukt før.

Vedrørende dokumentasjon av samsvar med opprinnelige krav i BF 1987, kan man bruke dokumentasjon som viser at byggevaren samsvarte med relevant kontrollordning. For å fremskaffe denne informasjonen kan man ta kontakt med de medvirkende i prosjektet, eventuelt produsenten av byggevaren. Dersom byggevaren er brukt, må man vise at dokumentasjonen fremdeles er gyldig med testing/prøving. Hvis dette ikke lar seg gjøre, må man utarbeide ny dokumentasjon iht. DOK/Byggevareforordningen. Ansvaret for å kontrollere hvorvidt byggevaren er i samsvar med opprinnelig dokumentasjon ligger hos den som omsetter byggevaren.

Ved utarbeidelse av ny dokumentasjon blir man omfattet av produsentforpliktelsene etter det gitte AVCP-system. Den opprinnelige dokumentasjonen er da ikke gyldig lenger. Ombruk av konstruksjonsvirke fra 1989 er et godt eksempel på at opprinnelig dokumentasjon ikke er gyldig lenger, da treverk endrer egenskaper over tid. Da må ny dokumentasjon jf. DOK/Byggevareforordningen utarbeides.

I tilfeller der byggeier ønsker å ombruke byggevarer lokalt i samme bygg, er det tilstrekkelig å oppfylle dokumentasjonskravene i TEK. Da blir utfordringen å dokumentere at funksjonskravene i TEK17 er oppfylt – *«hvordan gjør man dette uten en ytelseserklæring, som gir nødvendig informasjon om byggevarens egenskaper?»*

#### 4.1.3 INTERVJU: TRETEKNISK

Det er gjennomført et intervju med Treteknisk vedrørende prosess for dokumentering av konstruksjonsvirke ved ombruk. Intervjuet ble gjennomført som en videosamtale, med seniorrådgiver og rådgiver fra avdeling for prøving og sertifisering i Treteknisk. Intervjuets hovedpunkter gjengis her. Intervjuguiden kan leses i vedlegg 6.

*«For å begynne med det endelige svaret: Sannsynligvis er en Teknisk Godkjenning veien å gå dersom man ønsker å ombruke konstruksjonsvirke som konstruksjonsvirke.» - Rådgiver, Treteknisk*

Det er SINTEF som er ansvarlig for denne typen godkjenninger. På nettsidene deres beskrives godkjenningen slik: *«En Teknisk Godkjenning (TG) angir at en byggevare er vurdert å være egnet i bruk og tilfredsstillende krav i byggteknisk forskrift (TEK) for de bruksområder og betingelser som er angitt i godkjenningsdokumentet. Godkjenningen angir også at byggevaren tilfredsstillende krav til produktdokumentasjon i henhold til forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggeverk (DOK).»*<sup>6</sup>

Harmonisert standard for konstruksjonsvirke er NS-EN 14081, med kvalitetssikring og produksjonskontroll etter AVCP-system 2+. Her er begge rådgiverne enig om at testmetodene i standarden ikke kan brukes ved ombruk; dette er også uttalt fra sentrale aktører i CEN. Derfor er deres oppfatning at man må utarbeide en TG for å styrkesortere, dokumentere og selge brukt k-virke.

Seniorrådgiveren utdyper hvorfor NS-EN 14081 ikke kan brukes ved ombruk av konstruksjonsvirke, ved å forklare dagens prosess for å styrkesortering av trelast. Kort oppsummert utføres styrkesortering i nær sagt alle tilfeller med styrkesorteringsmaskiner. Disse maskinene godkjennes i CEN før de selges til produsenter. Maskinene leveres med en rapport som sier at den er levert med et sett instillingsverdier, som er godkjent for å styrkesortere konstruksjonsvirke iht. NS-EN 14081. Forutsetningene for å godkjenne maskinene med de gitte instillingsverdiene, ligger i testmetodene bak: Hvilke materialer er testet? Trelastens geografiske opprinnelse er definert, trelasts fuktinnhold defineres, det testes ulike dimensjoner og lengder, etc. Alle disse parameterne defineres med utgangspunkt i fersk trelast. Testmetoden i den harmoniserte standarden tar ikke høyde for endringer i egenskaper trevirket får når det har vært brukt i en konstruksjon over tid. Derfor kan man ikke teste brukt k-virke etter NS-EN 14081.

---

<sup>6</sup> [https://www.sintefcertification.no/portalpage/index/56/sintef\\_teknisk\\_godkjenning#Hva](https://www.sintefcertification.no/portalpage/index/56/sintef_teknisk_godkjenning#Hva)

Foreløpig er konklusjonen at man må utarbeide en TG for å ombruke k-virke. På spørsmål om hvordan man i praksis lager en TG, gir seniorrådgiveren et eksempel på hvordan en TG kan utarbeides:

«Man lager en form for hierarki/metode, som sier at dersom man tar ombruksvirke og sorterer det på en gitt måte, får man et gitt produkt. Dette produktet tester man, og dokumenterer at har de og de egenskapene. Eksempelvis hvis man har et sett med kriterier for sortering av det som opprinnelig var fasthetsklasse C24, så gjør man en sortering basert på kriteriesettet og får ut et produkt man påstår er fasthetsklasse C18; dette fordi det etter alt å dømme vil være svekket etter å ha vært i bruk. Så tester man dette og dokumenterer at «jo, ved å gjennomføre denne sorteringen som jeg gjorde her, er det fornuftig å si at brukt C24 k-virke sortert på denne måten blir C18, og det kan jeg dokumentere fordi jeg har en Teknisk Godkjenning som viser at metoden fungerer.» Og da kan man sette et stempel på produktet som sier at dette er C18 – og selge det likeverdig med et CE-merke. Dette stempelet må være på hvert produkt (hver planke), og må være sporbart for kontroll i ettertid.»

I Norge har man i tillegg til standardiserte krav en tilleggsordning for kontroll av trevirke: Norsk Trelastkontroll. Norsk Trelastkontroll stiller enkelte tilleggskrav utover standarden, eksempelvis at man må ha autorisert personell til å gjennomføre styrkesorteringen.

Rådgiveren sier at en TG i prinsippet er det samme som ETA/EAD-ordningen. Teorien tilsier dog at et produkt som omfattes av en harmonisert standard, der det utarbeides en ETA/EAD, kan og skal CE-merkes. Rådgiveren forklarer dette med at det her er unntak fra CE-merket, men at man må ha en ytelseserklæring for å gi informasjon om produsent, godkjenningsorgan og relevante ytelser for produktet.

På spørsmål om 30 år gammelt 48x98 mm k-virke som har stått i veggen vurderes å ha ombrukspotensiale, er responsen at dette absolutt kan ombrukes. Spørsmålet er til hva; ifølge seniorrådgiveren er det mest fornuftig å ombruke det til noe annet enn styrkesortert trelast: Eksempelvis usortert virke til bruk i lettvegger. Vanlige lettvegger stiller normalt ingen krav til styrke, så her unngår man testing og dokumentering av styrkeegenskapene.

Dersom de opprinnelige materialene på Sørhove er merket, må også merkingen fjernes før virket omsettes. Uansett om det er merket eller ei, må det lages et system som sikrer at ingen av plankene omsettes med feilmerking.

Forskningen vedrørende ombruk av k-virke er et resultat av økt etterspørsel av ombrukt trevirke i markedet. Produsenter og brukere følger samfunnspolitikken, og det blir stadig tydeligere og mer markante føringer for bærekraft og sirkulærøkonomi. For trevirke som byggevare handler det også om ikke å falle bakpå: Av de store avfallsfraksjonene fra byggeaktivitet er det nå kun trevirke som ikke har en ordning for ombruk eller gjenvinning,

etter at gips nylig fikk et gjennombrudd på gjenvinningsfronten. Det er et firma som lager trebaserte plater av 40 % treavfall, men realiteten er fremdeles at så å si alt treavfall brennes. Selv om tre i utgangspunktet er et fornybart materiale (gitt at det kommer fra bærekraftig skogbruk), gir ombrukbart trevirke et ytterligere konkurransefortrinn, dersom «klimaverstingene» betong og stål kommer på banen med ombrukbare produkter.

I utgangspunktet er det derfor kun positivt dersom man får til ombruk av trevirke; da kan man si at dette er fornybart og ombrukbart – det blir ikke så mye mer miljøvennlig enn det. Samtidig er det flere i treindustrien som er ganske bekymret for utviklingen av ombruksprodukter av tre, da det er snakk om ganske store volumer trevirke, som kan overta en del av etterspørselen i markedet. Ombruk handler ikke bare om klima og miljø; det er politikk i bildet, også.

På spørsmål om hvor lang tid det kommer til å ta før en TG for ombrukt k-virke er på plass, kan ikke rådgiverne gi noe fasitsvar – men det ligger noen år frem i tid. Den første TGen vil nok være mest tidkrevende å lage, så vil antageligvis flere henge seg på når den er utarbeidet. Men det er altså *noen* som må lage den – et firma som må betale for å utarbeide en slik TG. Og da er det jo de som eier den.

Den første TGen vil sannsynligvis være begrenset mht. hvilke materialer som er testet; eksempelvis at den kun gjelder for C24 innsamlet fra lettvegger bygget på 80-tallet i Lillehammer. Ifølge seniorrådgiveren er det lite trolig at det kan lages en generell TG som gjelder for alle variasjoner av brukt trevirke. Antakeligvis vil det derfor måtte lages flere TGer med ulik avgrensning.

I case-prosjektet Sørhove er det benyttet plater av kryssfinér i deler av fasadene. Undertegnede forklarer at platene ikke er vurdert å tilfredsstille brannkrav jf. TEK17. Rådgiverne er av den oppfatning at ombruk som noe annet vil være det mest fornuftige. På spørsmål om det kan påføres brannmaling på platene for å innfri brannkravene, forklarer rådgiveren at påføring av slik overflatebehandling er veldig strengt, og ikke nødvendigvis tilpasset brukte plater.

Et potensielt bruksområde for både kryssfinér og konstruksjonsvirke kunne vært emballasjeproduksjon, men der er de veldig strenge på hvilke egenskaper materialene skal ha. Ved emballasje benyttet til internasjonal varehandel må det dokumenteres at materialene er varmebehandlet for å drepe skadegjørere – så der har man en annen problemstilling tilknyttet dokumentasjon.

## 4.2 OBSERVASJONER

Her gjengis relevante hovedpunkter fra de tre webinarene.

### 4.2.1 DIGITAL BYGGEPLASSBEFARING, KA13

Det er ombrukt himlingsplater av mineralull, anskaffet fra tre ulike riveprosjekter i Oslo. Disse platene ble lagt i to lag, for å sikre god nok lydisolering mellom etasjene. På spørsmål fra undertegnede om hvordan man kunne fastslå platenes isolerende evne som god nok, kunne prosjektleder fra Entra informere om at de fikk bistand fra akustiker på dette området. Nøyaktig prosedyre for å fastslå vesentlige egenskaper, ble ikke opplyst nærmere.

Ved lokal ombruk av branndører, opplyser prosjektleder fra Entra at disse har blitt kontrollert av produsent og rådgivere. Prosedyre for kontroll ble ikke opplyst nærmere.

Rambøll bisto med beregninger av hulldekkenes vesentlige egenskaper før ombruk. Rådgiver fra Rambøll forklarte hvordan selve testingen ble gjennomført i korte trekk: Det ble gjort prøvetaking av hulldekkene, og prøvene ble sendt til Sintef sin lab i Trondheim for destruktiv testing. Basert på materialtestene fra Sintef, kunne Rambøll beregne kapasiteten på hulldekkene som gode nok for ombruk.

Ifølge prosjektlederen fra Entra er det mange gode byggevarer som oppfyller funksjonskravene i TEK17, men som ikke lar seg ombruke fordi det er for krevende å redokumentere dem iht. DOK/Byggevareforordningen. Alle byggevarene skal tross alt dokumenteres som om de er nye. På sikt kan det være at de (Entra) vil be om mer produktdokumentasjon når de kjøper nye produkter, for å ivareta fremtidig ombruk i prosjektene sine.

På spørsmål om hvilken dokumentasjon man da kommer til å etterspørre, svarer rådgiver fra Insenti at det gjelder dokumentasjon som gjør at man kan tilfredsstillere Byggevareforordningen, spesielt ytelseserklæring og CE-merke. På spørsmål om hvilke byggevarer man nå vet at man kan utelukke å ombruke i neste prosjekt, svarer prosjektlederen fra Entra at dersom de har en ombruksvare uten produktdokumentasjon, legger de dette til side. Hvis ikke produsenten kan bistå med produktdokumentasjon, egner det seg ikke for ombruk.

#### 4.2.2 ER OMBRUK EN OMVEI TIL SIRKULÆRØKONOMI?

Innledningsvis ble det redegjort lov- og regelverket ved ombruk; gjennomgangen var generell, og bekreftet de tolkninger som er gjort i oppgaven vedrørende dokumentasjonskrav hittil. Deretter ble følgende overordnede utfordringer ved ombruk per i dag gitt: Regelverket må endres (Byggevareforordningen), brukte byggevarer må dokumenteres, brukte byggevarer må tilfredsstillende kravene i TEK17, markedsplass må etableres og brukte byggevarer må være tilgjengelige.

Underveis i webinarret ble det anledning til å stille spørsmål i chat-forumet, hvor undertegnede tok opp begrepsbruken «gjenbruk = ombruk». Svaret som ble gitt er beskrevet i teorikapittelet, se s. 10.

Utenom dette, viste forumet tydelig motsats til påstanden satt i webinarrets tittel. Engasjementet rundt ombruk i bransjen er tydelig, og virket ikke å bli svekket av dette webinarret. Tvert imot: Eksempelvis kommenterte en rådgiver DiBK sin påstand om at prosjekterte byggevarer i nybygg først vil være tilgjengelig for ombruk om 50-100 år, som å være «langt fra sannheten», og begrunnet dette med at det i takt med korte leiekontrakter på 3-5 år skjer hyppige ombygginger. Det vil derfor være naivt å tenke at dette problemet kan utsettes 50-100 år, når alle strategier tilsier at klimagassutslipp må kuttes nå.

#### 4.2.3 NHP-NETTVERKET: MØTE 3

Det ble gjort en gjennomgang av lov- og regelverket ved ombruk, basert på møtearrangørens subjektive erfaringer. Forumet var åpent for diskusjon underveis, ved uklarheter eller noen ønsket å komme med innspill. Én av diskusjonene som var interessante, var at man jf. Byggevareforordningen kun trenger å deklare én egenskap for å kunne omsette, og at antall egenskaper man deklarerer naturligvis begrenser hva man kan bruke den til. Det ble da nevnt at det hadde vært enklere dersom brukeren selv kunne dokumentert den relevante egenskap, fremfor at den som omsetter byggevaren må dokumentere flere egenskaper enn nødvendig, og således bruke unødvendig tid og ressurser på det. Men da må altså den som omsetter ta en vurdering på hvilke egenskaper som bør dokumenteres. Slik lovverket er i dag, kan en god løsning ved ombruk være å bare dokumentere én egenskap, slik at den som kjøper det må bruke byggevaren deretter. Slik kan omfanget av kvalitetssikring og dokumentering begrenses.

Videre ble det poengtert, med bakgrunn i utfordringene som medfølger mht. byggevarers dokumentasjonskrav, at man må slutte å bare se på ombruk av byggevare som byggevare og heller se til andre løsninger, der dokumentasjonskravene ikke er like strenge. Det ble beskrevet et eksempel for å illustrere dette: Ombruk av en bærende limtrebjelke, med

dimensjoner 48x198 mm. Ved ombruk av denne, ble det forklart at dette vil være langt enklere, dersom man bruker denne til ikke-bærende funksjoner; eksempelvis deler bjelken i to 48x98 mm stendere, og omsetter til bruk i lettvegger. Funksjonskravene til ikke-bærende lettvegger jf. TEK17 vil være langt enklere å innfri, sammenlignet med bærende vegger. Poenget med eksempelet er: For å redegjøre for dokumentasjonskravene ved ombruk, må man gå inn og se på helt spesifikke tilfeller og spesifikke harmoniserte standarder, og undersøke «*hva må dokumenteres her?*», da dokumentasjonskravene vil variere fra tiltak til tiltak.

Ifølge DiBK finnes ca. 500 harmoniserte standarder. Ifølge møtearrangøren er tallet 441; dette til forskjell fra de dokumenterte antallene på 443 og 436 i kapittel 2.4.1.

En annen interessant diskusjon var vedrørende *Gamle mursten* sin ETA/EAD-ordning. Her kom det spørsmål til hvorfor de ikke måtte CE-merke produktene sine, selv om de benyttet EAD/ETA. Det ble da forklart at EAD'en *Gamle mursten* har basert sin ETA på, ikke er harmonisert enda; derfor kan man ikke CE-merke produktene, men fremdeles omsette produktene med ETA'en. Når EAD'en blir harmonisert, blir CE-merking obligatorisk.

Resirqel presenterte sitt arbeid med ombruk i praksis. De fortalte bl.a. om sitt arbeid med ombrukskartlegging, som konkret omfatter kartlegging av hvilke materialer som er i bygget, hvilken risiko og hvilke muligheter som er tilknyttet ombruk av de ulike materialene samt hvordan dokumentasjonskravene kan innfris ved ombruk av den enkelte byggevare. På den måten forenkler de ombruksprosessen for sine kunder, og bidrar til at mer ressurser blir ombrukt fremfor å bli avfall. Vedrørende dokumentasjonskravene, er ikke Resirqel i tvil om at kravet om CE-merking for brukte byggevarer er en barriere. De håper at man etter hvert anerkjenner at kravet om CE-merking ikke er ment for ombruk, og at man kommer opp med nye metoder for å kvalitetssikre og dokumentere brukte byggevarers egenskaper på.

Resirqel nevner rapporten de forfattet for DiBK, *Forsvarlig ombruk av byggevarer (2019)*, og snakker litt om erfaringene med ombruk av vinduer: Vinduer demonteres vanligvis skånsomt og settes ofte på fraktsikringspaller, så det er ikke store tilleggskostnader som må tilføres her for å ta det ut pent for ombruk. Det er likevel en jobb med å fraktsikre og klargjøre for vinduene transport ut til kunder. Ettersom det er dyrt å kvitte seg med vinduer med giftstoffer i, er det mange som har lyst til å gi fra seg vinduene de har demontert – dette er en potensiell «felle» man kan gå i som kunde, dersom man ikke har kjennskap til regelverket. På grunn av bl.a. u-verdi og innhold av giftstoffer i vinduer, er det bare vinduer som er nye, eller relativt nye og kan demonteres etter bare noen år etter at de er satt opp, som er egnede å ombruke for Resirqel sin del.

## 5 CASE-STUDIE: OMBRUKSANALYSE

Dette kapittelet gjennomfører en ombruksanalyse av et case-prosjekt, basert på data innhentet ved litteraturstudie, observasjoner, dokumentanalyse, og intervjuer/samtaler. Case-studien er knyttet opp mot et rehabiliteringsprosjekt i Statsbygg, og gjennomfører en ombruksanalyse i tråd med Svanemerkets kriterier for renovering.

Målet med case-studien er å sette teorien om ombruksanalyser ut i praksis, og dokumentere erfaringene fra gjennomførelsen for å besvare problemstillingen. Ombruksanalysen vil kartlegge og vurdere 12 utvalgte byggevarer i case-prosjektet, og undersøke hvordan Svanemerkets kriterier ved ombruk av byggevarer kan innfris basert på dette.

Kapittel 5.1: Forberedende studie. Her presenteres case-prosjektets bakgrunn, og de tre alternativene som vurderes i prosjektet. Deretter gjengis de viktigste resultatene fra gjennomførte analyser (tilstandsanalyser, miljøkartlegging) som må hensyntas i ombruksvurderingene, i tråd med Svanemerkets kriterier.

Kapittel 5.2: Vurderingsmetode. Her presenteres metoden som er brukt for å vurdere byggevarenes ombrukspotensiale. Delkapittelet beskriver hvordan byggevarer er valgt ut, kriteriene som benyttes i vurderingene og hvordan byggevarenes ombrukspotensial konkretiseres i form av en «ombruks-score».

Kapittel 5.3: Ombruksanalyse. I dette delkapittelet presenteres selve ombruksanalysen av de utvalgte byggevarene. Hvert underkapittel omtaler én byggevare hver, og kapitelens oppbygning baseres på de definerte vurderingskriteriene. Avslutningsvis beskrives relevante dokumentasjonskrav jf. TEK og Byggevareforordningen kort, og harmonisert standard og medfølgende prosedyre for kvalitetssikring og dokumentering redegjøres for.

Kapittel 5.4: Måloppnåelse iht. Svanemerket. Her redegjøres for case-prosjektets måloppnåelse iht. Svanemerkets kriterier for renovering, basert på ombruksanalysen. Kapittelet innledes med å kort redegjøre for hvordan kravet om angitt lagringsfasiliteter må følges opp videre i prosjektet, før måloppnåelsen iht. krav O31 presenteres.

Kapittel 5.5: Anbefalinger til ombruk. Konkrete anbefalinger til ombruk lokalt/annensteds gis basert på ombruksanalysen.

Under gis en oversikt over vedlegg som komplementerer ombruksanalysen:

Vedlegg 1: Ombrukskartlegging	Vedlegg 3: Liste over benyttet prosjektdokumentasjon
Vedlegg 2: Ombruksvurderinger	Vedlegg 4: Liste over studerte standarder

Tabell 5-1: Komplementerende vedlegg til ombruksanalysen.



## 5.1 BAKGRUNN: REHABILITERING AV SØRHOVE

### 5.1.1 GENERELT



Figur 5-1: Bilde av Sørhove, tatt fra sør. Kilde: Statsbygg. To fasadematerialer: Murt leca og malt kryssfinér.

Byggeår	Størrelse	Etasjer	Type/Formål	Gnr./Bnr.	Byggeier	Leietaker
1988-89	2412 m <sup>2</sup> (BTA)	3	kontor/undervisning	184/74	Statsbygg	HINN

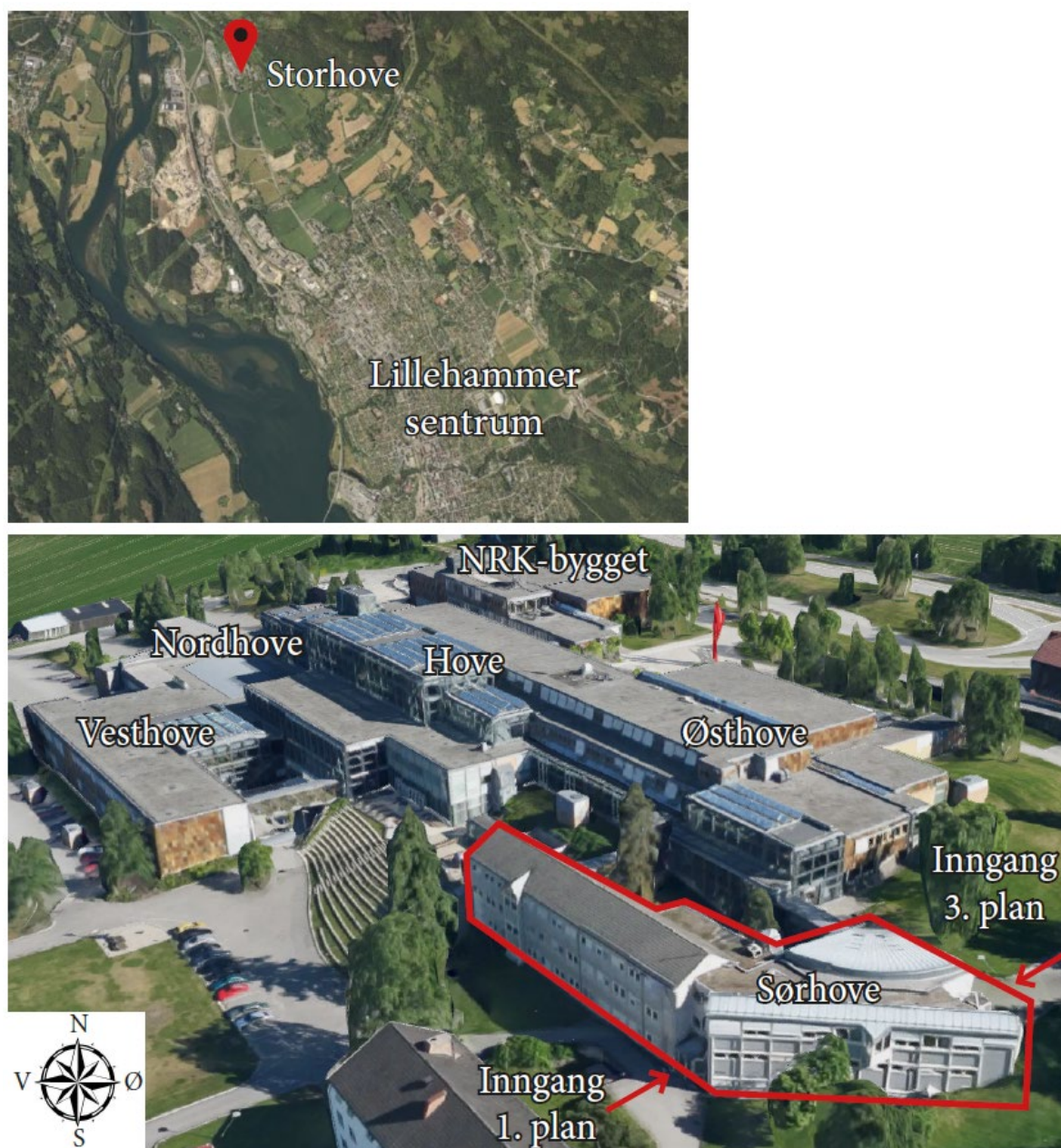
Tabell 5-2: Nøkkelinformasjon, Sørhove.

Sørhove er én av flere bygninger som utgjør Høgskolen i Innlandet (HINN), campus Lillehammer. Høyskolekomplekset ligger på eiendommen Storhove, ca. 5 km nord for Lillehammer sentrum (se figur 5-2). Byggeprosjektet ble igangsatt i forbindelse med OL i '94, og det ble vedtatt at bygningsmassen skulle overføres til høyskolen etter vinterlekene. (Statens Bygge- og eiendomsdirektorat, 1989)

Sørhove ble tegnet av Plan & Prosjekt Arkitekter – i dag sammenslått med Rik Arkitektur, begge heleid av WSP Norge (WSP, 2019). Utbyggingen på Storhove startet med Sørhove i 1988, som opprinnelig fikk navnet «Oppland Distriktshøyskole». Alle opprinnelige dokumenter på Sørhove er derfor merket med akronymet «ODH». I senere tid er de ulike byggene gitt navn etter gamle stedsnavn og funksjoner: Hovedbygget har da fått navnet Hove, og består av Sørhove, Vesthove, Nordhove, Østhove samt NRK-bygget (Dancke, 2017).

Sørhove ble ferdigstilt i 1989, og har siden vært meget flittig brukt uten at større vedlikeholdsprosjekter eller utskiftinger er gjennomført. Det er derfor besluttet å gjennomføre et rehabiliteringsprosjekt av bygget, og per i dag er ikke endelig prosjektplan definert enda. Det er utredet tre alternativer til omfang – disse beskrives i kapittel 5.1.2. (Personlig kommunikasjon, Statsbygg, 29.01.2020)

I tråd med EUs retningslinjer for avfallsanalyser (European Commission, 2018, s. 11) bør lokasjon til nærmeste avfallsmottak avklares tidlig. Nærmest Sørhove er gjenvinningsstasjonen GLØR IKS (Interkommunalt selskap) på Roverudmyra/Lillehammer. Dette ligger ca. 11,4 km med bil sør for Storhove (6,7 km sør for Lillehammer sentrum) (raskeste ruter med bil, Google maps).



Figur 5-2: Oversikt, Sørhoves beliggenhet. Sørhove markert i rødt. Kilder: Norgeskart (øverst) og Google Earth (nederst). Egenprodusert illustrasjon.

## Konstruksjon og materialbruk

Sørhove er oppført etter *Byggeforskrift 1987*. Beskrivelsen av konstruksjon og materialbruk er basert på byggets ferdigmelding av 1989, tilgjengeliggjort av Statsbygg (Statens Bygge- og eiendomsdirektorat, 1989).

Sørhove er i all hovedsak fundamentert til fjell. Bærekonstruksjonen består av plass-støpte søyler og dragere i betong, med avstivende betongvegger i gavler, rundt våtkjerner, trapperom, heiser og tilfluktsrom. Etasjeskillere er bygget med hulldekke-elementer i kontorfløyen, og plass-støpt dekkekonstruksjon i undervisningsfløyen. Yttervegger i auditorium er tunge plass-støpte betongvegger, isolert med 100 mm mineralull og forblendet med 100 mm lettklinker. Utfyllingsvegger er utført i 150 mm isolert bindingsverk, med forblending av 100 mm lettklinker i kontorfløyen, og fasadeplater av kryssfinér i undervisningsfløyen. Det er fire ulike takkonstruksjoner:

- Auditorium: Oppstolpet trekonstruksjon tekket med galvaniserte stålplater.
- Vestibyle (3. etasje undervisningsfløy): Åpen saltaksform av stålfagverk, samme tekking som over.
- Kontorfløy: Saltak av takstoler tekket med dobbelkrummet takstein i betong.
- Mellompartier: Kompakttak tekket med papp og grus.

Innvendig materialbruk er i hovedsak striekledde gipsplater på vegger, akustiske plater i himling og homogent vinylgulv, alt i hvite/lyse fargenyanser (se figur 5-3).

Det er ingen aktive vern av bebyggelsen på Sørhove. (personlig kommunikasjon, Statsbygg, 29.01.2020)



Figur 5-3: Interiør på Sørhove. Til venstre kontorfløy, 1. etasje (befaring), til høyre trappegang mellom kontorfløy og undervisningsfløy, 3. etasje (Statsbygg).

## 5.1.2 TRE ALTERNATIVER

Endelig prosjektplan for Statsbygg er ikke definert enda. De foreslåtte alternativene er:

Alt.	Omfang	Tiltak
1	Kun rehabilitering.	Valg av tiltak med bakgrunn i tilstandsanalyse.
2	Rehab. + ombygging i tråd med ønsker fra Høgskolen.	Valg av tiltak: Samme som ved Alternativ 1 + Ombygging innvendig til rene undervisningslokaler.
3	Rehab. + ombygging + TEK17	Valg av tiltak: Samme som ved Alternativ 2 + Ny fasade

Tabell 5-3: Oversikt, vurderte alternativer.

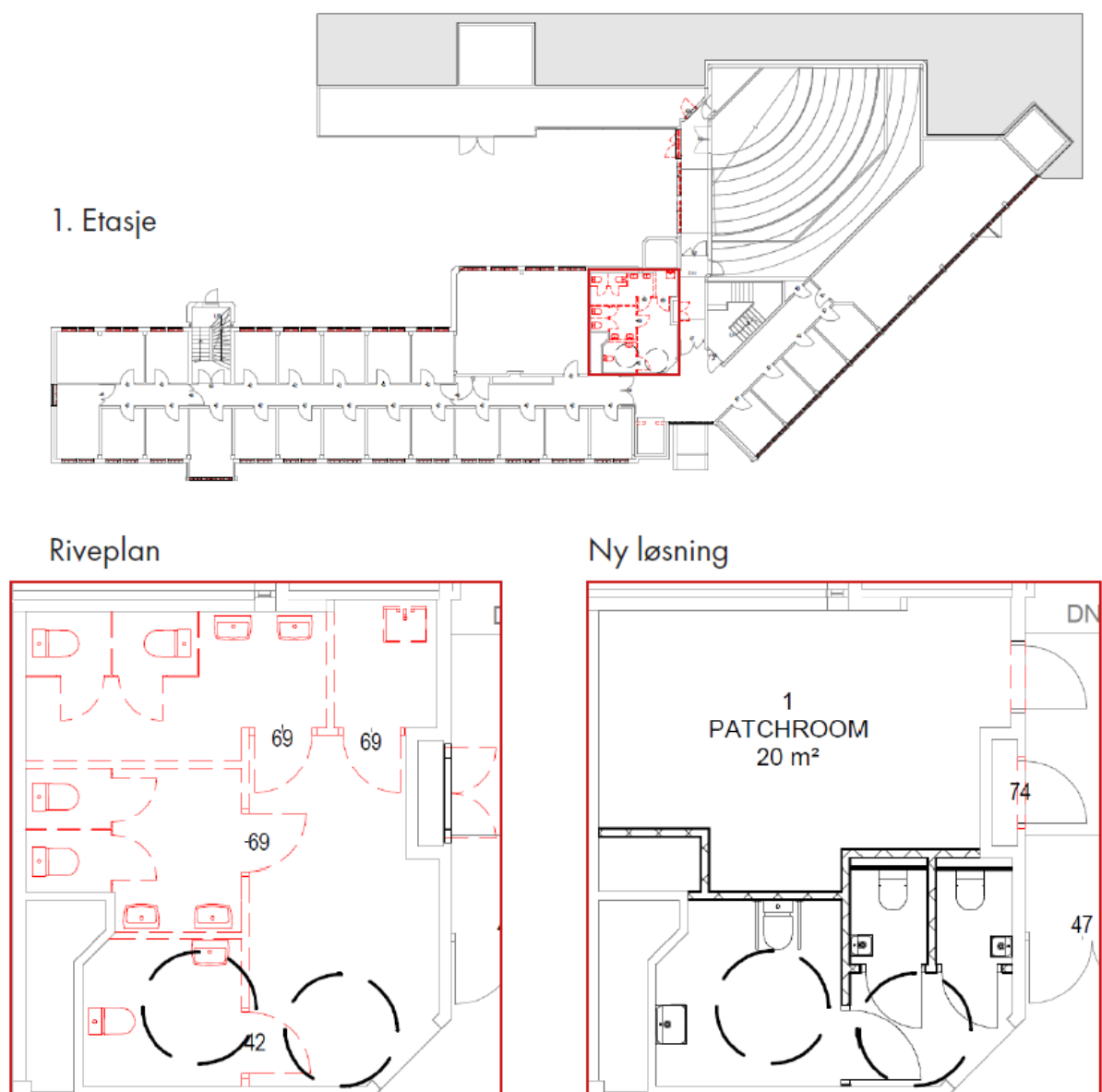
Beskrivelser av tiltak samt tegninger fra skisseprosjekt for alternativene er tilgjengeliggjort av Statsbygg og Rik Arkitektur/WSP. Tabellen under oppsummerer tiltakene etter alternativ. De grønne feltene indikerer hvilke tiltak som inkluderes i alternativet.

Tiltak, alternativ 1: Rehabilitering	Alt 1	Alt 2	Alt 3
Utskifting av ytterdører og vinduer med vedlikehold av solskjerming.			
Finérkledninger i fasader skiftes ut.			
Isolering og fornyelse av flate tak.			
Ny heis og utvidelse av eksisterende heissjakt.			
Ekstra sjakt til ventilasjon og utvidelse av en eksisterende sjakt			
Utskifting av alle vinylgulv, gulvlister, systemhimlinger.			
Utskifting av alle innerdører som skal ha brannkrav.			
Alle sanitærrom oppgraderes, med ny inndeling i 2. og 3. etasje.			
Utskifting av VVS og elektro			
Nytt patchrom			
Utoverslående dører i inngangspartier skiftes til skyvedører (UU).			
<b>Tiltak, alternativ 2: Rehabilitering + ombygging</b>			
Ny planløsning.			
Stripping av interiøret inkl. rivning av innvendige lettvegger.			
Åpning i dekke mellom plan 1 og 2.			
<b>Tiltak, alternativ 3: Rehabilitering + ombygging + TEK17</b>			
Alle fasader rives inn til bærekonstruksjon, og fornyes iht. TEK17.			
Flatt tak over auditorium/teknisk rom rives.			
Åpning i dekke + ny trapp mellom etasje +1 og +2.			
Ekstra isolasjon av kaldt loft			
Isolering og fornyelse av flate tak			
Lekkasjetall må reduseres fra 5,0 til 1,5 iht. TEK. God tetting rundt vinduer, o.l.			

Tabell 5-4: Oversikt over vurderte tiltak etter alternativ.

## Alternativ 1: Rehabilitering

Den opprinnelige prosjektplanen for Statsbygg var å få utført tilstandsanalyse og miljøsaneringsrapport på Sørhove, og gjennomføre utbedrende tiltak basert på analysenes vurderinger. Dette medfører utskifting av utvendig kledning, vinduer, ytterdører, innerdører med brannkrav og alt gulvbelegg. Planløsningen i 1. bevarer slik den er i dag, mens 2. og 3. etasje får ny planløsning i toalettsoner. Dette gjøres for å få inn nytt patchrom i 2. etasje og optimalisere antall toaletter i 3. etasje. Patchrommet vil ta 20 m<sup>2</sup> fra toalettsonen i 2., og redusere antall toaletter fra 5 til 3 (se figur 5-4). Dette innebærer også ny utsparring i bærende betongvegg inn til patchrommet. (RiK Arkitektur og WSP, 2019)



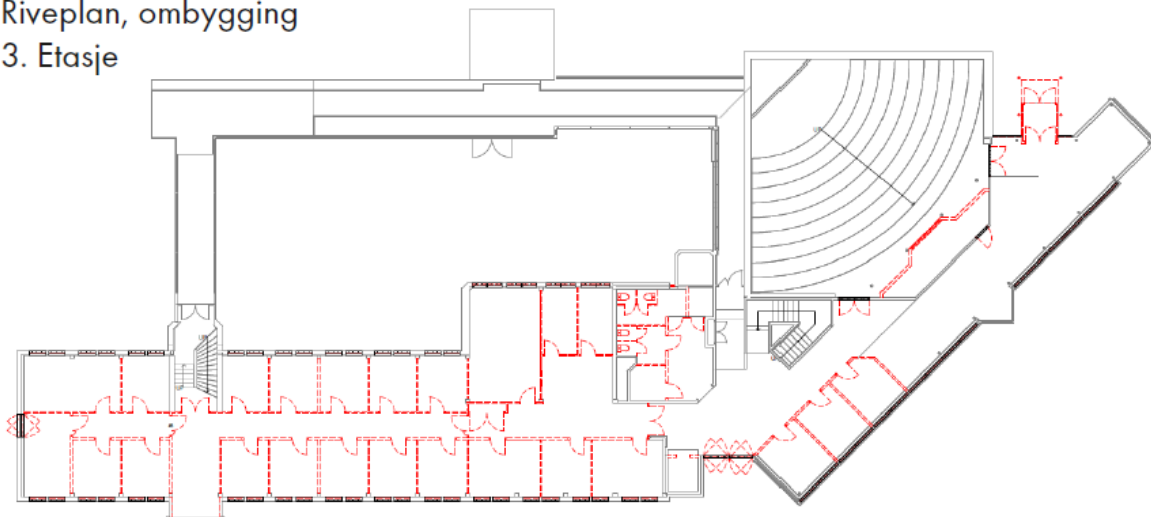
Figur 5-4: Riveplan av 1. etasje, alternativ 1. Eksisterende toalettsoner og foreslått løsning uthevet i rødt. Tegning fra WSP/Rik.

## Alternativ 2: Rehabilitering + ombygging

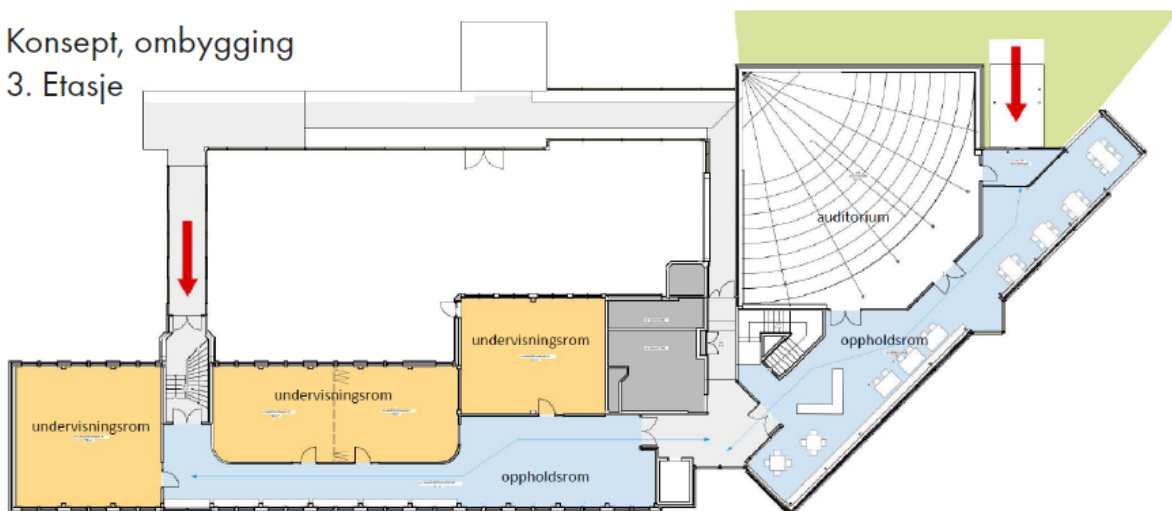
Etter at opprinnelig omfang etter alternativ 1 ble avklart, kom leietaker (Høgskolen) med nye ønsker til prosjektet, med fokus på å skape et mer moderne og bedre tilrettelagt arbeidsmiljø for studentene. Dette medførte ny runde med utvikling av skisseprosjekt for ny planløsning, og nye tiltak for å understøtte en ombygging av Sørhove fra kontor- og undervisningsbygg til et rent undervisningsbygg. Ombyggingen innebærer at alt stripes til bærekonstruksjonen innvendig, slik at nye planløsninger kan bygges:

Kontorfløyen åpnes opp og blir oppholdsrom langs fasade sør-vest, med undervisningsrom langs fasade nord i 1. og 2. etasje. I 3. etasje legges undervisningsrom også langs fasade nord-øst. I undervisningsfløyen planlegges lesesaler i 1. og 2. etasje, og oppholdsrom i vestibylen ved inngangspartiet i 3. etasje.

### Riveplan, ombygging 3. Etasje



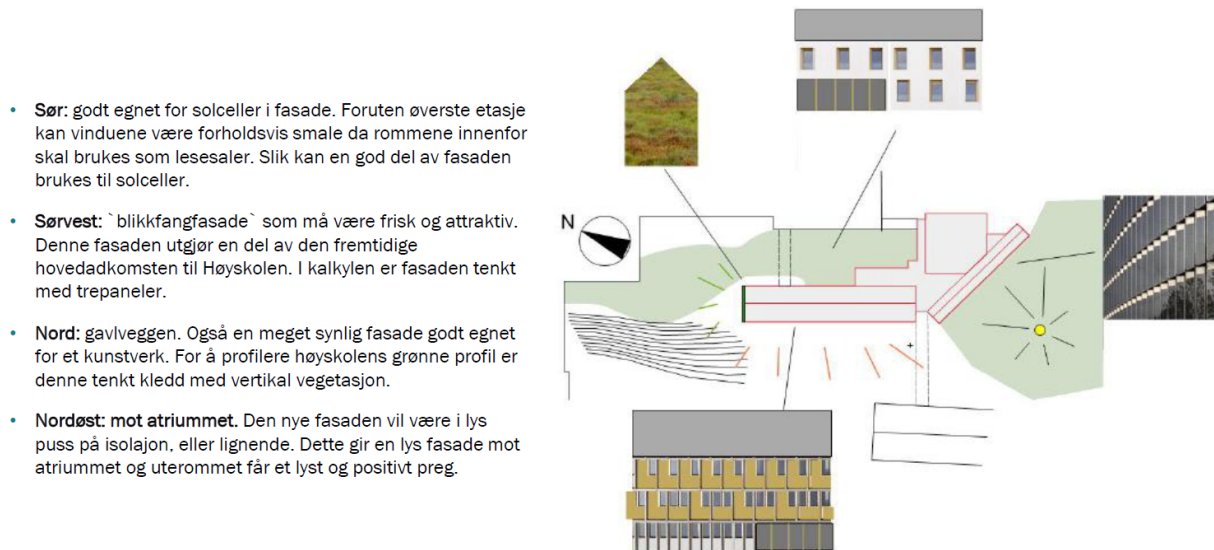
### Konsept, ombygging 3. Etasje



Figur 5-5: Plan for ombygging etter alternativ 2 og 3. Tegninger fra WSP/Rik.

## Alternativ 3: Rehabilitering + ombygging + TEK17

I dette alternativet vil tiltaket omfattes av Plan- og bygningsloven, og derav minstekravene i TEK17. Avstanden mellom energikravene i Byggeforskrift 87 og TEK17 er stor, og oppfyllelse av dagens krav avhenger i stor grad av å redusere varmetapet gjennom klimaskjerm og gulv. Med bakgrunn i dette foreslås det i alternativ 3 at fasadekonstruksjoner og flate tak rives til bare bærekonstruksjon står igjen (søyler og dragere), for å øke isolasjonstykkelsene og lufttettheten langs klimaskjermen.



Figur 5-6: Alternativ 3, konsept for fasader. Kilde: Statsbygg.

## Miljøpakke

Som et tillegg til de tre alternativene er Statsbygg og HINN enige om å vurdere en økt miljøambisjon for prosjektet, se faktaboks til høyre. Det er med bakgrunn i økt klimaambisjon mht. sirkulærøkonomi at Svanemerkets kriterier for ombruk i renoveringsprosjekter redegjøres for i denne studien. Hvilket alternativ, hvilke klimaambisjoner og om det blir sertifisering eller ei, er som nevnt ikke avklart på dette tidspunktet.

### Miljøpakke

#### 1. Energiambisjon

TEK 17

Passivhus

Nesten nullenergi?

#### 2. Klimaambisjon

Kutt av klimautslipp

Krav til materialer og produkter

Sirkulærøkonomi

Gjenbruk og avfall

Grønne tak

#### 3. Sertifisering?

Svanemerket

BREEAM

### 5.1.3 TILSTANDSANALYSER OG MILJØKARTLEGGING

Tilstandsanalyser og miljøkartlegging står helt sentralt for det videre arbeid med å vurdere byggevarer for ombruk. Ved Svanemerket renovering er det krav om at disse rapportene hensyntas ved endelig beslutning om hvilke byggevarer som vurderes egnet for ombruk. Rapportene gjengis her i form av korte sammendrag, med fokus på konkluderende anbefalinger. Rapportene som er utredet er gitt i tabell 5-5:

Rapport	Utførende	Dato
Brannteknisk tilstandsanalyse	WSP Norge AS	04.11.2019
Tilstandsanalyse	WSP Norge AS	07.10.2019
Miljøkartlegging (miljøsaneringsrapport)	WSP Norge AS	19.08.2019
Tilstandsanalyse, ventilasjonsaggregater	UnionConsult BORO VVS og Miljø AS	24.05.2013

Tabell 5-5: Rapportgrunnlag for Sørhove.

Den branntekniske og den generelle tilstandsanalysen bruker henholdsvis analysenivå 1 og 2, jf. NS-EN 3424 *Tilstandsanalyse av byggverk - Innhold og gjennomføring*. Beskrivelsene av analysenivå 1 og 2 er gjengitt i tabell 5-6:

	Nivå 1	Nivå 2
Beskrivelse av nivået	Enkle undersøkelser som er egnet til å gi en oversikt	Grunnlag for å prioritere tiltak og gi overslag over tiltakskostnader
Hjelpemidler	Enkle (fotoutstyr, metermål)	Måleutstyr (overdekkingsmåler, fuktmåler)
Risiko	Vurdering av mulige konsekvenser	Kvalitativ risikoanalyse
Årsaker	Vurdere	Fastslå
Tiltak	Foreslå	Foreslå

Tabell 5-6: Analysenivåer i tilstandsanalyser, gjengitt fra Byggforskserien 700.305.

(Holøs, 2018)



## Brannteknisk tilstandsanalyse

Brannteknisk analyse ble gjennomført 04.11.2019. Analysen er gjennomført på analysenivå 1, og beskriver nødvendige utbedringer mht. brannsikkerhet ved gjennomføring av alternativ 1. Sørhove ble oppført etter BF 1987, som dermed setter minimumsnivå for hele bygningens brannsikkerhet. I analysen er likevel TEK17 med preaksepterte ytelseer jf. VTEK satt som referansenivå, slik at tiltaket kan vurderes opp mot minimumsnivå jf. BF 1987 dersom ytelsene i VTEK ikke er oppfylt.

Sikkerhet ved brann og rømning i bygg er et meget viktig område for oppfyllelse av kravene i TEK, for brukte byggevarer som for nye. Sørhove er definert som Risikoklasse 3 og Brannklasse 2 (jf. TEK17, §11-2 og §11-3). Videre er Sørhove vurdert basert på preaksepterte ytelseer gitt i VTEK, og mangler og forslag til utbedringer i analysen er basert på hvordan man kan tilfredsstille disse ytelsene. Tiltakslisten inneholder kun bygningsdeler vurdert til Tilstandsgrad (TG) 2, i rapporten definert slik:

TG 2 – Vesentlige avvik	
Teknisk tilstand	Behov for omfattende vedlikehold i form av reparasjon/utbedring.
Branntekniske spesifiseringer	Mangler i tekniske organisatoriske forhold, som gir vesentlig dårligere sikkerhet enn forutsatt i referansenivået.
Tiltak	Utbedres innen 2 år.

Tabell 5-7: Beskrivelse av tilstandsgrad benyttet i den branntekniske tilstandsanalysen fra WSP.

Vurderingene fra den branntekniske analysen vil ha innvirkning på hvilke byggevarer som er mulige å ombruke i alternativ 1. Følgende byggevarer må skiftes ut pga. vesentlige avvik, TG 2 (Hovland, 2019):

### Branndører:

- Plan 1: gulvlistene under dører i kontorfløyen, øvre del er fjernet – alle dører må byttes
- Plan 2: Dør til rom 211, til el-skap, til rom 224 og til rom 242.
- Plan 3: Seksjoneringsdør til gangbro U-fløy og K-fløy, dører til auditorium, dør til trapperom 307
- Heisdører har ingen branndokumentasjon. Dette må fremskaffes, evt. må dører byttes.

### Andre byggevarer:

- Fasadekledning av kryssfinér
- Innvendig glassfelt, 1. etg U-fløy

## Tilstandsanalyse

Tilstandsanalysen ble gjennomført av WSP 07.10.2019 (Bergerud, 2019). Analysen er gjennomført på analysenivå 2, og dokumenterer bygningsdeler og konstruksjoner og iht. NS-EN 3451 *Bygningsdelstabell*. Analysen vurderer Sørhove på fire områder: Bygg, elektro/automasjon, VVS og bygningsfysikk og energi. Tabell 5-8 viser forklaring av tilstandsgrader (TG) benyttet i tilstandsanalysen.

TG	Hovedbetydning	Tiltaksbehov	Eksempel på tilstand
0	Ingen symptomer.	Ingen tiltak nødvendig.	Nylig vedlikeholdt/utskiftet.
1	Svake symptomer.	Ordinært vedlikeholdsbehov.	Malingsslitasje, slitt gulvbelegg, etc.
2	Middels kraftige symptomer.	Moderate utbedringer nødvendig.	Lokal råteskade i panel, behov for utbedring/delvis utskifting.
3	Kraftige symptomer (omfatter også sammenbrudd og total funksjonssvikt).	Store utbedringer nødvendig.	Lekkasjer i taket med følgeskader og store råteskader.
IU	Ikke undersøkt.	Kan være behov for avdekking og videre utredning.	

Tabell 5-8: Tilstandsgrader benyttet i tilstandsanalysen fra WSP.

Tilstandsanalysen beskriver utbedrende tiltak med utgangspunkt i vurdert tilstandsgrad. Basert på beskrevet utbedring, estimeres bygningsdelenes restlevetid. Som del av tilstandsanalysen er det også gjort en egen vurdering mht. egnethet for ombruk og bevaring.

Slutningene fra tilstandsanalysen og ombruksvurderingen gjengis her i korte trekk, fordelt på kategoriene benyttet i analysen:

### Bygg:

Helhetlig sett står bygget til en overordnet tilstandsgrad 2. Det er i hovedsak behov for utskifting av vinduer, utbedring av puss- og råteskader i fasader, oppgradering av beslag og taknedløp samt omlegging av takflater med båndtekking og papptekking. Utover det må fuktskader innvendig og mindre sprekker i betongkonstruksjonene utbedres og følges opp.

Fasadene vurderes til TG 2. Fasadeplatene av kryssfinér er av god kvalitet, og på tross av svært slitt overflatebehandling er det lite skader på selve platene. Fasader av pusset lecamur har noe skader/riss, samt noe groe. Med utbedring av skader, grundig rengjøring

og god overflatebehandling estimeres restlevetiden til 10 år for kryssfinérplatene, og 20 år for lecamuren.

Vinduer fra 1989 vurderes til TG 3. Må skiftes grunnet slitasje og avstand til dagens funksjonskrav mht. energieffektivitet i bygg gjør at vinduene for lengst har passert funksjonell levetid. Enkelte vinduer er fra sent 90-tall og tidlig 2000-tall – disse må kartlegges/identifiseres. (Bergerud, 2019)

Vurderingen av takkonstruksjonene er som følger:

- Båndtekking på tak over auditorium kan bevares. Ingen tegn til fuktinntrengning ved inspeksjon av loft.
- Betongtekking på saltak – TG 2. Antas å være fra byggeåret. Ved å gjøre enkelte utskiftninger av skadde takstein kan tekkingen bevares i mange år til; betongtakstein tilskrives generelt en middels levetid på 50 år. Ingen tegn til fuktinntrengning ved inspeksjon av loft.
- Flate mellompartier med gruslagt papptekking – TG3. All tekking må skiftes, pga. gjentatte problemer med lekkasjer. Underliggende skader må sjekkes.

#### Elektro/automasjon:

Vurderingen av elektro/automasjonssystemer vurderes også til tilstandsgrad 2. Med unntak av mindre utskiftninger er det elektriske anlegget likt som i 1989, og har nådd sin forventede levetid (25-30 år). Lysanlegget består av eldre armaturer og varmeanlegget av elektriske panelovner, begge fra da bygget var nytt. Dette gjelder også for mindre utstyr som stikk/brytere/datakontakter. Det eneste som skiller seg ut er brannalarmanlegget og nødlysanlegget, disse er oppgradert i nyere tid.

### VVS:

Varmesystemet er som nevnt over basert på elektriske panelovner. Vinteren 2020 ble det inngått avtale om levering av fjernvarme på HINN, en avtale som inkluderer utfasing av Sørhoves elektriske varmesystem.

Ventilasjonssystemet har balansert ventilasjon via fire aggregater, alle fra byggeåret. Kanalnettet er generelt underdimensjonert og tilfredsstillende ikke krav til luftmengder etter dagens TEK. Aggregatene omtales i egen tilstandsanalyse fra 2013, se neste side.

### Bygningsfysikk og energi:

Sørhove har overordnet tilstandsgrad 2 for fagområdet bygningsfysikk, og har i hovedsak behov for kartlegging og utbedring av vannlekkasjer som følge av utettheter i taktekkingen på ulike lokasjoner. Dette har over tid medført fuktskader innvendig som sopp- og muggdannelse, misfarget treverk og at gipsplater er blitt porøse enkelte steder.

Avstanden til dagens krav påvirker naturligvis byggets energinivå. Ved en oppgradering iht. TEK17 er det særlig utfordringer knyttet til bygningskroppens ytre klimaskall, for å redusere varmetap gjennom yttervegger, vinduer, dører, tak og til grunn. Likevel fremstår Sørhove som relativt velegnet til å kunne oppfylle dagens krav til bygningsfysikk- og energi.

## Miljøkartlegging

Miljøkartlegging ble gjennomført av WSP 19.08.2019 (Larsen, 2019). Miljøkartleggingen er sammenfattet i en miljøsaneringsrapport med beskrivelser av hva og hvordan farlig avfall skal håndteres, i tråd med TEK17 §9-7, første og andre ledd.

Miljøkartlegging av bygningsdeler, installasjoner o.l. som kan utgjøre farlig avfall ble gjennomført 19.08.2019. På bakgrunn av kartlegging og prøvetaking er det utarbeidet en miljøsaneringsbeskrivelse for hvordan funn av farlig avfall skal håndteres.

Miljøsaneringsrapporten bidrar til å fastslå hvilke bygningsdeler som er farlig avfall, og som følgelig ikke egner seg for ombruk/gjenvinning:

Det ble tatt fem prøver av gulvbelegg, kantlister og tapet på ulike steder, og fire av fem prøver viste forekomst av stoffgruppene ftalater og klorparafiner over grenseverdien for farlig avfall. Dette er vanlige tilsetningsstoffer som mykgjørere i gulvbelegg av PVC-plast, på folkemunne kjent som vinyl. Farlig avfall er ikke ombrukbart, og skal leveres til godkjent avfallsmottak.

Alle vinduer fra byggeår (merket STANGE 89) antas å inneholde klorparafiner, og må håndteres som farlig avfall. Det er enkelte vinduer fra rundt 2000, disse inneholder antageligvis ftalater men er ikke å anse som farlig avfall så lenge man unngår å knuse rutene ved demontering/frakt/m.m. At rutene ikke knuses er viktig ved håndtering av samtlige vinduer.

Overflatebehandlingen av kryssfinérplatene bærer preg av slitasje. Malingen kan inneholde spor av tungmetaller og andre helse- og miljøfarlige stoffer, men malt treverk som helhet anses ikke som farlig avfall. Byggets alder tilsier at man kan utelukke asbest og PCB.

## Tilstandsanalyse, ventilasjonsaggregater

I tilstandsanalysen av UnionConsult BORO VVS og Miljø AS fra 2013 fremkommer det helt tydelig at ventilasjonsaggregatene har overgått sin levetid og er modne for utskifting. Med bakgrunn i analysen er det ikke aktuelt å gjennomføre ombruk/gjenvinning av aggregatene. Vurderingene fra analysen bunner ut i at samtlige aggregater har nådd sin levealder, og bør skiftes på grunn av tekniske krav til luftmengder og energieffektivitet. (Ottem-Guui, Løkke og Westgaard, 2013)

## 5.2 VURDERINGSMETODE

Dette delkapittelet beskriver metoden som er benyttet for å vurdere byggevarenes ombrukspotensiale på Sørhove. Metoden er inspirert av en dansk rapport (omtales i 5.2.3), og tar sikte på å fastslå byggevarenes ombrukspotensiale i tråd med Svanemerkets kriterier for reovering.

### 5.2.1 SVANEMERKETS KRITERIER TIL OMBRUK

Som nevnt i teorien stiller krav O3 pkt. c) krav om at ombruksanalysen skal omfatte minst bygningskropp, ventilasjonskanaler, trapper, gulv, inner- og ytterdører, vinduer, takbelegg, fasader, betong, steinmaterialer, konstruksjonsvirke, fast innredning og sanitærdeler. I denne studien er det gjort en avgrensning, se kapittel 5.2.2.

I tråd med Krav O3, pkt. d) er det estimert mengder for de utvalgte bygningsdelene som vurderes for ombruk. Det er også gjort undersøkelser i det lokale området (Lillehammer) for å finne lagringsfasiliteter. Det finnes ingen produkter/materialer som omfattes av returgaranti fra produsent; dette er dermed ikke relevant i denne studien.

Krav O31 stiller seks konkrete delkrav for å oppnå ressurseffektive materialvalg. To av delkravene dokumenteres i denne studien – for å oppfylle krav O31 som helhet må minst tre av de seks delkravene innfris. Kravene som dokumenteres i denne studien er:

2. Minst 20 % av bygningsdeler/-materialer (med unntak av fasader) som er vurdert i O3 som ombrukbare, brukes om enten i dette eller i annet prosjekt.
3. Minst 50 % av fasaden bevarer eller gis bruk i en annen funksjon, enten i dette eller i annet prosjekt.

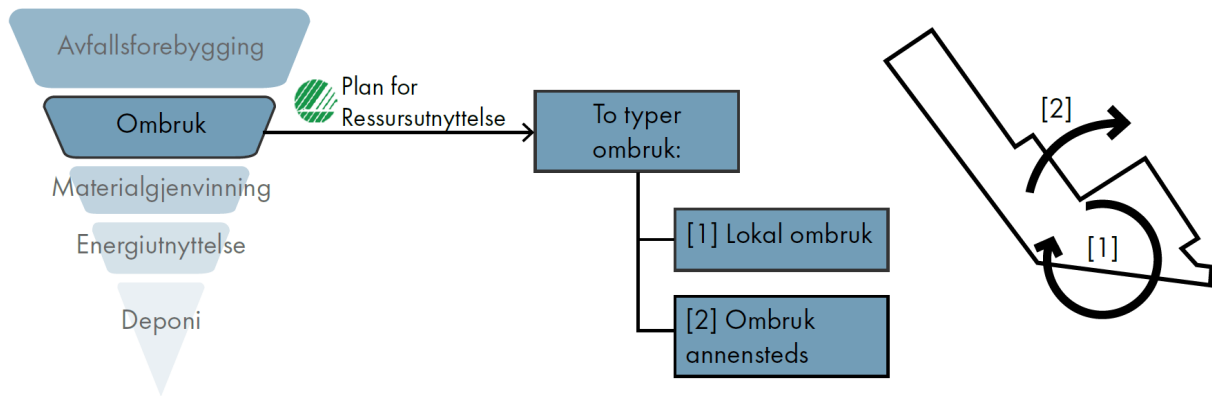
Se kapittel 2.3.2 for de øvrige delkrav. (Nordisk Miljömärkning, 2019, s. 33)

I samråd med Miljømerking Norge/Svanemerket beregnes oppfyllelsen av krav 2 og 3 ulikt. Krav 2 beregnes etter vekt (tonn), mens krav 3 bruker areal (m<sup>2</sup>). Grunnen til dette er at fasadematerialene (leca og kryssfinér) har ulike densiteter. Hadde det vært samme material i hele fasaden ville det ikke spilt noen rolle. (Personlig kommunikasjon, Svanemerket, 23.04.2020)

Svanemerkets kriterier spesifiserer ikke hvorvidt vinduer skal medregnes i kravet om ombruk av fasader eller ei. I kontakt med Svanemerket, fremgår det at dette trolig ikke er tanken i utgangspunktet. De sier videre at det vil være viktig å komme med en spesifisering mer detaljert beskrivelse av dette punktet (personlig kommunikasjon, Svanemerket, 01.06.2020).

## To typer ombruk

Svanemerkets plan for ressursutnyttelse legger vekt på to typer ombruk: Enten gjennom bevaring av byggevarer i det samme bygget, eller ved å omsette byggevaren til bruk andre steder. Oppgaven vurderer derfor byggevarerne etter disse to typene ombruk, se figur 5-7<sup>7</sup> med medfølgende definisjoner:



Figur 5-7: To typer ombruk. Egenprodusert, dels inspirert av Mad arkitekter.

1. **Lokal ombruk:** «Ombruk av bygningselementer oppstått ved oppgradering av samme bygning som elementene er hentet fra» (Sørnes et al., 2014).
2. **Ombruk annensteds:** «Ombruk av bygningskomponenter som kommer fra andre bygninger» (Sørnes et al., 2014).

I kapittel 5.3 brukes [1] om lokal ombruk og [2] om ombruk annensteds.

<sup>7</sup> Inspirasjonskilde: [https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2020/02/Dag-1\\_1320-1340\\_Trond-Elverum.pdf](https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2020/02/Dag-1_1320-1340_Trond-Elverum.pdf)

## 5.2.2 UTVALGTE BYGGEVARER

Det er usikkert hvorvidt byggevarer som ikke berøres av rehabiliteringens omfang skal tas med i beregningen av måloppnåelse etter krav O31, delkrav 2 (Personlig kommunikasjon, Svanemerket, 06.05.2020). Det er derfor satt en avgrensning i denne studien ved at byggevarer som ikke omfattes av noen av de tre alternativene, utelates.

Planen for ressursutnyttelse skal hensynta resultatene fra tilstandsanalyser og miljøkartleggingen. Tilstandsanalysene angir vurdert tilstandsgrad og restlevetid, og miljøkartleggingen fastslår hvilke materialer som må saneres som farlig avfall. Dermed legges følgende kriterier til grunn for utvelgelse av byggevarer til ombruksanalysen:

- Kun byggevarer vurdert til TG 2 eller lavere vurderes for ombruk
- Byggevarer vurdert som farlig avfall vurderes ikke for ombruk
- Byggevarer som ikke er undersøkt (IU) i analysene vurderes dersom de utgjør en stor fraksjon eller av andre grunner bør vurderes. Da må det redegjøres for hvorvidt byggevarene har innhold av helse- og miljøfarlige stoffer, samt sannsynligheten for at de har restlevetid etter 30 års bruk.

Et unntak fra ovennevnte kriterier: Vinduer. Tas med i vurderingen av måloppnåelse jf. krav O31, delkrav 3 (50 % ombruk av fasader), selv om dette ikke er spesifisert i Svanemerkets kriterier.

Det er fokusert på byggevarer som erfaringsmessig er egnet for ombruk. I tillegg er enkelte byggevarer av mindre omfang vurdert på grunn av åpenbart ombrukspotensiale. Basert på en samlet vurdering er følgende byggevarer valgt ut:

Kapittel	Byggevare	Tilstandsgrad (TG)
5.3.1	Ventilasjonskanaler av stål	1
5.3.2	Vinduer	3 (unntak)
5.3.3	Kryssfinér	2
5.3.4	Konstruksjonsvirke (k-virke)	IU
5.3.5	Leca blokker	IU
5.3.6	Innerdører	2 (Brannteknisk analyse)
5.3.7	Betongtakstein	2
5.3.8	Mineralullsisolasjon fra vegger	IU
5.3.9	Sanitærporselen (klosetter + servanter)	1
5.3.10	Nødlysanlegg	1
5.3.11	Brannslangeskap	2



### 5.2.3 VURDERINGSKRITERIER: EGNETHET FOR OMBRUK

Det er gjort en erfaringsbasert vurdering av byggevarenes egnethet for ombruk, i tråd med retningslinjene fra Deweerdt *et al.* (2020). Videre er det utviklet et kriteriesett, basert på metoden brukt i den danske rapporten *Potentielt salg af genbrugs-byggematerialer* (heretter «*Genbrugsmaterialer*»). Rapporten utviklet spesifikke kriterier for å vurdere salgspotensialet til brukte byggevarer fra en gjenvinningsstasjon (Roigart *et al.*, 2018). Vurderingskriteriene fra *Genbrugsmaterialer* modifiseres derfor til å omfatte en vurdering av ombrukspotensialet til byggevarer i eksisterende bygg.

Alle byggevarer er vurdert etter 5 kategorier og i alt 12 parameter. Hver parameter kan oppnå en score fra 1-3, der 1 er best og 3 er dårligst. Den samlede «ombruks-scoren» gis som et gjennomsnitt av de ulike kategoriens score, som igjen fastslås som et gjennomsnitt av parameterne i kategoriene. På den måten vektet kategoriene likt, uavhengig av antall parameter i en gitt kategori (Roigart *et al.*, 2018, s. 7).

#### 1. Markedsvurdering

En god måte å vurdere byggevarens ombrukspotensial er å undersøke hvorvidt det eksisterer et marked for varen (Deweerdt *et al.*, 2020, s. 36). Der litteraturstudien ikke gir relevant informasjon om hvor etterspurt den gitte byggevare er, er nettmarkedene Finn.no og Resirgel.no brukt som en indikasjon på byggevarenes etterspørsel i brukmarkedet.

Byggevarens bruksverdi vurderes både mht. ombruk lokalt og annensteds; basert på tilstand, avstand til funksjonskrav, forventet restlevetid, innhold av helse- og miljøfarlige stoffer, samt erfaringer ved ombruk av byggevaren der det er funnet representative prosjekteksempler. Har byggevaren bruksverdi både lokalt og annensteds, gis høy score.

Ifølge Deweerdt, *et al.* (2020) kan kvantiteten av en gitt byggevare påvirke etterspørselen i markedet. Dette belyses blant annet av et prosjekt i Paris, der det ble tilgjengeliggjort såpass store mengder av en spesifikk type gulvflis, at tredjeparten som skulle omsette det startet en egen bedrift, basert dette isolerte tiltaket (Deweerdt *et al.*, 2020, s. 21). Vurderinger fra *Gjenbrukshuset* viser også at større mengder kan bidra til at man når ut til kunder i markedet, som er avhengig av flere produkter av samme typen; i den rapporten eksemplifisert med dører (Pettersen, 2005, s. 35).

Mengder estimeres ved hjelp av plan-, snitt-, og fasadetegninger, samt medfølgende beskrivelser. Ved beregning av volum brukes dimensjoner der det er gitt av detaljtegninger – dersom dette ikke fremkommer av tilgjengelig dokumentasjon, brukes standarddimensjoner fra tilsvarende produkter. Ved vektberging brukes Byggforskserien 471.031 *Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler*, samt produktinformasjon for tilsvarende produkter fra ulike produsenters nettsider.

## 2. Demontering

Er det teknisk mulig å demontere byggevaren for ombruk? Dersom byggevaren er støpt, limt, sveiset eller spikret, vil dette vanskeliggjøre demontering (Leland, 2008, s. 27). Murstein er et eksempel på at dagens teknologi ikke muliggjør demontering stein for stein, dersom det er brukt sementmørtel (Gether, 2000; Sørnes *et al.*, 2014; Kilvær *et al.*, 2019). Ved demontering av treverk, er dette fullt mulig – men dersom treverket skades/overbelastes under demonteringsprosessen, kan egenskapene forringes (Kilvær *et al.*, 2019). Som Norsas (1999) påpeker, er selektiv riving en omvendt prosess av byggearbeidet. Der det ikke finnes informasjon vedrørende byggevarenes demonterbarhet, baseres vurderingene på informasjon tilknyttet opprinnelig bygging. Dersom byggevaren er lett demonterbar og er lite sannsynlig å forringes under demontering, gis høy score her.

## 3. Håndtering

I *Genbrugsmaterialer* betegnes håndtering de arbeider som må til for å utsortere varene. Denne tolkningen benyttes også her, og gir i likhet med *Genbrugsmaterialer* score basert på hvor lett/krevende utsorteringen kan gjøres. Dersom byggevaren er lett, kan håndteres av én person, utgjør få risikomomenter og er robust, gis høy score (Roigart *et al.*, 2018, s. 6).

Ifølge

## 4. Bearbeiding

Med bearbeiding menes alle arbeider som medvirker til å klargjøre byggevaren for ombruk: Rengjøring, overflatebehandling, kapping/skjæring til riktige dimensjoner, m.m. (Pettersen, 2005; Kilvær *et al.*, 2019; Widenoja *et al.*, 2018). Bearbeiding vurderes her ut fra hvor omfattende arbeidene er, og hvor mye utstyr man behøver. Kilvær *et al.* (2019) omtaler *Gamle mursten* sine erfaringer med bearbeiding av teglstein. Der var den største utfordringen å fjerne mørtel fra hver enkelt teglstein etter demontering: «*All rensing foregikk manuelt, i knesittende stilling og kun med hjelp av murhammer og i relativt støvbelastet luft pga. oppvirvling av mørtelstøv fra rivemassene*» (Kilvær *et al.*, 2019, s. 65). Bearbeiding av teglstein ville dermed fått lav score mht. omfang, og høy score mht. nødvendig utstyr. Det skal sies at bearbeidingen ved *Gamle mursten* foregår maskinelt i dag (personlig kommunikasjon, NHP-nettverket, 02.06.2020).

## 5. Mellomlagring

Ifølge Pettersen (2005, s. 7) bør mellomlagring reduseres til et minimum, for å ivareta materialkvalitet og holde kostnadene nede. Mellomlagring vurderes her ut ifra hvor plasskrevende byggevaren er, og hvor beskyttet byggevaren må være ved oppbevaring. Kan byggevaren mellomlagres lokalt, eller må det etableres ekstern lagring? Kan byggevaren oppbevares utendørs, eller må den oppbevares inne? Byggevarer som kan lagres lokalt og som tåler å oppbevares utendørs gis god score her.

Kategori	Score		
	1	2	3
Parameter			
<b>Markedsvurdering</b>			
Mengde	Relativt store kvantiteter	Middels store kvantiteter	Relativt små kvantiteter
Ekstern etterspørsel	Relativt høy	Middels	Ingen
Bruksverdi	Relativt høy	Middels	Ingen
<b>Demontering</b>			
Teknisk demonterbarhet	Lett	Krevende	Ikke mulig
Robusthet	Liten fare for at egenskapene forringes	Middels fare for at egenskapene forringes	Høy fare for at egenskapene forringes
<b>Håndtering</b>			
Vekt	Lett, kan enkelt løftes av 1 person	Medium, kan løftes av 1 person	Tung, kan ikke løftes av 1 person
Risiko (HMS)	Ingen risikomomenter	Relativt få risikomomenter	Relativt mange risikomomenter
Robusthet	Liten fare for at egenskapene forringes	Middels fare for at egenskapene forringes	Høy fare for at egenskapene forringes
<b>Bearbeiding</b>			
Omfang	Ingen bearbeiding	Enkel bearbeiding	Mye bearbeiding
Nødvendig utstyr	Enkelt utstyr	Flere typer utstyr	Mange typer utstyr
<b>Mellomlagring</b>			
Fasiliteter	Kan lagres lokalt	Krever mindre eksterne lagringsfasiliteter	Krever store eksterne lagringsfasiliteter
Beskyttelse	Utendørs	Utendørs m/tak	Innendørs

Tabell 5-9: Kriterier for vurdering av byggevarers ombrukspotensial. Inspirert av kriteriene utviklet av Studio Debris (2018).

## Uavhengig vurdering: Dokumentasjonskrav

Dokumentasjonskravene ved ombruk av byggevarer er krevende å etterfølge, og kan anses som en av de største barrierene for å realisere økt ombruk (Sørnes *et al.*, 2014; Nordby, 2018; Kilvær *et al.*, 2019). Erfaringer fra KA13 viser byggevarer som er teknisk gode, ofte ikke lar seg ombruke på grunn av kravene ved omsetning jf. Byggevareforordningen (Espelid, Apelseth og Nyland, 2019). Hverken EUs retningslinjer (European Commission, 2018), Svanemerkets kriterier ved renovering (Nordisk Miljömärkning, 2019) eller den foreløpige guiden til ombruksanalyser (Deweerd *et al.*, 2020) adresserer oppfyllelse av dokumentasjonskrav ved vurdering av ombrukspotensiale. Dermed gjøres en vurdering av dokumentasjonskravene for hver enkelt byggevare i denne mulighetsstudien, for å belyse hvordan dokumentasjonskravene påvirker det enkelte tiltak. Som det ble påpekt i intervjuet med Treteknisk og i webinarer med NHP-nettverket, er det ofte mer hensiktsmessig å ombruke byggevarer til formål som ikke omfattes av Byggevareforordningen/TEK17. Dermed kan materialenes ombrukspotensiale vurderes, uavhengig av om de ombrukes som byggevarer eller ei.

Ved lokal ombruk [1] er det sett på de mest avgjørende funksjonskrav i TEK17, dersom byggevaren benyttes til samme formål som opprinnelig. Viktige krav her er blant annet brannsikkerhet og energieffektivitet. Ved ombruk annensteds [2] er gjeldende harmonisert standard for byggevaren identifisert, og medfølgende AVCP-system notert. Videre er det forsøkt å tolke hvorvidt de harmoniserte standardene kan benyttes ved dokumentering av brukte byggevarer. Det er også forhørt med opprinnelige produsenter for de byggevarene de er identifisert, vedrørende opprinnelig dokumentasjon; som det ble påpekt under befaringen på KA13, er opprinnelig dokumentasjon potensielt avgjørende ved omsetning av brukte byggevarer.

### 5.3 OMBRUKSANALYSE

Dette delkapittelet gjennomfører en ombruksanalyse iht. Svanemerkets kriterier for renovering, og vurderer de kartlagte byggeverne basert på vurderingskriteriene presentert i forrige underkapittel. Ombrukskartleggingen og vurderingene med utregning av «ombruks-score» er gitt i vedlegg 1 og 2.

#### 5.3.1 VENTILASJONSKANALER AV STÅL



Figur 5-8: Bildet til venstre er tatt under befaring, bildene til høyre er fra WSPs tilstandsanalyse. Ombrukspotensiale, ventilasjonskanaler: Øverst til høyre.

#### Markedsvurdering

TG 1. Restlevetid: Ikke vurdert. Ventilasjonskanaler i forsinket stål kan ha tilnærmet uendelig teknisk levetid, dersom utførelsen er solid og kanalene er montert i tørt klima (Sørnes *et al.*, 2014, s. 23). I *Genbrugsmaterialer* vurderes etterspørselen i det eksterne marked som relativt lav (Roigart *et al.*, 2018, s. 24).

I rapporten *Gjenbruk av ventilasjonskanaler* fra SINTEF (Mysen, Aronsen og Johansen, 2014) er det gjort en case-studie ved oppgradering av et ventilasjonsanlegg i et kontorbygg fra 80-tallet. Studien konkluderte grovt sett med at lokal ombruk av kanalnettet medførte en halvering i kostnadene, sammenlignet med riving og reinstallerer av nytt kanalnett (Mysen, Aronsen og Johansen, 2014, s. 14). I tilstandsanalysen fra WSP konkluderes det med at kanalnettet på Sørhove ikke er mulig å ombruke lokalt, på grunn av underkapasitet mht. tilførsel av nødvendige luftmengder etter TEK17 (Bergerud, 2019).

I tipsheftet *Tenk deg om før du river* fra Grønn Byggallianse påpekes det at det er lite kunnskap og mye fordommer mot ulike typer ventilasjonsløsninger i Norge. Det er derfor viktig å spørre seg hvor mye luftkapasitet man egentlig trenger, før man setter strek for lokal ombruk i eksisterende bygg (Grønn Byggallianse, 2019, s. 21). Således bør mulighetene for å ombruke deler av kanalnettet vurderes nærmere – dette er ikke gjort i denne analysen. Ventilasjonskanaler av stål er ikke farlig avfall (Hambra og Hjellnes Consult, 2013).

## Mengde

Mengdeberegning er basert på originale anbudstegninger av kanalnettet. I kontorfløyen er føringene tilnærmet likt utført i samtlige etasjer – det er derfor målt én etasje og multiplisert med 3. Undervisningsfløyen varierer fra plan til plan – her er det derfor tatt mål på samtlige plan. Mengdebeskrivelsen omfatter kun sirkulære og rektangulære kanaler i horisontale føringer; vertikalføringer og føringer i teknisk rom er ikke medregnet. Komponenter som bender, nipler, isolasjon, lydfeller, m.m. er heller ikke medregnet.

Kontorfløy				
Dimensjon	Lengde (m)	Areal, BxL (m <sup>2</sup> )	Vekt per meter (kg/m)	Vekt (kg)
Ø315	55	17,3	5,4 <sup>8</sup>	297
Ø250	147	36,8	4,3	632,1
Ø200	38	7,6	3,4	129,2
Ø160	111	17,8	2,3	255,3
Undervisningsfløy				
Dimensjon	Lengde (m)	Areal, BxL (m <sup>2</sup> )	Vekt per meter (kg/m)	Vekt (kg)
500x400 (HxB)	17	6,8	16,2 <sup>9</sup>	275,4
400x350 (HxB)	37	13,0	13,6	503,2
Ø400	27	10,8	9,1	245,7
Ø315	85	26,8	5,4	459
Ø250	126	31,5	4,3	541,8
Ø200	14	2,8	3,4	47,6
Ø160	35	5,6	2,3	80,5
<b>Sum mengde</b>	<b>692 m</b>	<b>177 m<sup>2</sup></b>	-	<b>3467 kg</b>

Tabell 5-10: Mengde ventilasjonskanaler.

<sup>8</sup> <https://www.krugge.no/mediabank/store/2/2579/Dimensjon-og-vekt-sirkulAr-ventilasjonskanal.pdf>

<sup>9</sup> <https://library.walraven.com/repository/rnd/documents/Air-Duct-Dimensions-and-Weights-data-sheet-EN.pdf>

## Demontering og håndtering

Ved montering av ventilasjonskanaler skjøtes de ulike kanalene med nippel og skruer. Det er uvisst om det er brukt lim i skjøtene på Sørhove. Uavhengig av skjøtemetode vurderes kanalene som lett demonterbare, og robuste nok til å tåle demontering/remontering.

Ifølge *Genbrugsmaterialer* er øvrig håndtering av ventilasjonskanaler relativt uproblematisk; de er lette nok til å håndteres av én person, krever ikke ekstra forsiktighet og utgjør heller ingen betydelig risiko ved håndtering. Likevel avhenger håndtering av kanalenes lengde – denne kan variere fra et par til flere meter. Vurderingen her forutsetter lengder på et par meter, på det meste.

## Bearbeiding og mellomlagring

Rapporten *Gjenbruk av kanalnett* beskriver trinnvis ombruk av kanalnett lokalt; eneste form for bearbeiding her er rengjøring (Mysen, Aronsen og Johansen, 2014, s. 11). Ifølge Byggforskserien 752.251 *Rengjøring av ventilasjonsanlegg. Metoder, utstyr og prosess*, fordrer rengjøring av ventilasjonskanaler flere typer utstyr, avhengig av kanalenes størrelse og form (Nilsen, 2004).

Kanalene kan oppbevares både stående og liggende, og utendørs – men under tak. (Roigart *et al.*, 2018, s. 24)

## Redokumentering

[1] TEK17 stiller krav til spesifikk vifte effekt jf. § 14-2, og krav til ventilasjon i publikums- og arbeidsbygning jf. § 13-1 og § 13-3. Disse kravene knytter seg til kanalnettet som system, og dets evne til å sikre god luftkvalitet i bygninger på en energieffektiv måte. Krav til den enkelte byggevare, eksempelvis en sirkulær kanal med diameter 315 mm og lengde 1,10 meter, vil være styrke og tetthet som sikrer at én kanal ikke ødelegger for kanalnettets oppfyllelse av funksjonskravene som helhet. (DiBK, 2017)

[2] Ventilasjonskanaler er ikke omfattet av harmonisert standard etter Byggevareforordningen; dette bekreftes i kontakt med Sintef Certification (personlig kommunikasjon, 18.05.2020). I kontakt med ventilasjonsprodusenten Ventistål, ble det oversendt produktdokumentasjon som viser hvordan de normalt godkjenner produktene sine (personlig kommunikasjon, Ventistål, 26.05.2020). Av denne produktdokumentasjonen fremgår det at dimensjoner for rektangulære kanaler dokumenteres etter NS-EN 1505:2007 *Ventilasjon i bygninger - Ventilasjonskanaler og kanaldeler av metall med rektangulært tverrsnitt – Dimensjoner*. Tilsvarende gjelder NS-EN 1506 for sirkulære kanaler. Sirkulære kanaler testes iht. NS-EN 12237:2003 *Ventilasjon i bygninger - Kanalsystem - Styrke og lekkasje for sirkulære kanaler av metallplate*, mens

rektangulære testes iht. NS-EN 1507:2006 *Ventilasjon i bygninger - Rektangulære ventilasjonskanaler av metall - Krav til styrke og tetthet*. Både sirkulære og rektangulære kanaler kan testes med oppsett etter NS-EN 12237 (personlig kommunikasjon, Ventistål, 26.05.2020).

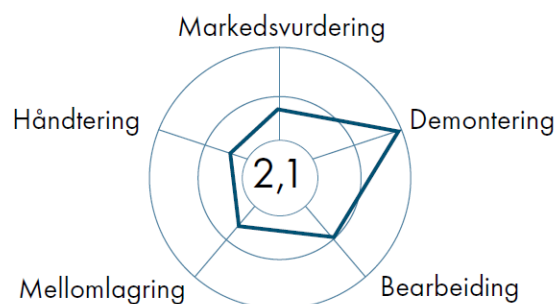
Gitt at ventilasjonskanalene er utført i standardiserte dimensjoner etter NS-EN 1505/1506, er det ingenting som tyder på at brukte ventilasjonskanaler ikke kan dokumenteres etter NS-EN 12237. Standardens pkt. 7.1 *Prøvelegeme* setter krav til at seksjonene og prøveutvalget av det som testes omfatter et representativt utvalg av kanaldimensjoner og -deler, utgjør 10 % av det totale kanalnettet og at det utgjør 10 m<sup>2</sup> dersom mulig (CEN, 2003, s. 6-7). Det er ingenting som tyder på at brukte kanaler ikke kan monteres i seksjoner og testes på samme måte som nye kanaler, gitt at de er i overenstemmelse med standardiserte dimensjoner.

Kanalnettet på Sørhove ble opprinnelig prosjektert av Siv. Ing. Aalerud AS (Nå del av Norconsult). Opprinnelig produsent er ikke fastslått i denne studien.

### 5.3.2 VINDUER



### Ombrukspotensial: Score



Figur 5-9: Til venstre: Bilde fra miljøsaneringsrapport, WSP. Til høyre: Ombrukspotensiale, vinduer.

#### Markedsvurdering

TG 3. Restlevetid: 30 år (altså 30 års levetid for de nye vinduene). Utskifting av vinduene i fasaden er planlagt uansett alternativ, da de ifølge tilstandsanalysen har «overgått sin tekniske levetid». Eldre vinduer har langt større varmegjennomgang enn nye vinduer, og for å imøtekomme dagens krav til energi er det nødvendig å bytte alle vinduer, med karm og ramme (Bergerud, 2019).

Vinduene på Sørhove er to-lags isolerglassruter, alle originale fra byggeåret (Personlig kommunikasjon, Statsbygg, 23.04.2020). Isolerglassruter produsert i tidsrommet 1975-1990 kan inneholde klorparafiner (NHP-nettverket, 2015c), og må håndteres som farlig avfall – uavhengig av konsentrasjonen av innholdet (Wærp, 2018).



Vinduene kan være av verdi lokalt på Sørhove; i KA13 er det brukt en kombinasjon av eldre og nye vinduer, som til sammen oppfyller funksjonskravene til energi i TEK17. For at ombruk annensteds skal være mulig, må det dokumenteres med analyser at vinduene ikke inneholder klorparafiner (Wærp, 2018). Da kan vinduene få ny bruk, eksempelvis ved å demontere glasset og benytte det i produksjon av nye vinduer. Dette ble gjort ved rehabiliteringen av Empire State Building; om lag 6500 vinduer ble demontert og glassene ble fjernet fra vindusrammene, separert, rengjort og satt sammen igjen i ny ramme, med nytt sjikt av isolerende gass mellom rutene. Som regel vil denne typen tiltak å være utenfor rammene av et vanlig prosjekt (Sørnes *et al.*, 2014, s. 36). I tillegg var vinduene på Empire State opprinnelig fra 1991, og dermed ikke i faresonen hva angår innhold av klorparafiner. Hvis ombruk annensteds skulle vært mulig, måtte det sannsynligvis vært en spesiell interesse i markedet fra noen som eier et bygg der krav til energi ikke gjelder, i tillegg til at man med testing/prøving kunne dokumentert at vinduene ikke er farlig avfall. Kostnaden av å gjennomføre slike tester, når det sannsynligvis er farlig avfall likevel, gjør at det vurderes som fordyrende og ugunstig å tilstrebe ombruk av disse vinduene.

## Mengde

Det er kartlagt 181 vinduer i originale plantegninger. Totalt vindusareal er basert på antall vinduer og modulmål gitt i originaltegninger, og er på dette grunnlag beregnet til 320 m<sup>2</sup>. Ombrukskartleggingen i vedlegg 1 viser alle kartlagte vinduer med dimensjoner.

Fasade	Areal (m <sup>2</sup> )
Sør	91,4
Sør-vest	118
Nord-øst (hage)	69,38
Nord-øst (inngangsparti)	30,98
<b>Sum mengde</b>	<b>319,66 m<sup>2</sup></b>

Tabell 5-11: Mengde vinduer.

## Demontering og håndtering

Ifølge NHP-nettverket er nesten alle vinduer som farlig avfall og regne – og må håndteres deretter (NHP-nettverket, 2015c). Forekomst av farlig avfall i vinduer kan med høy sannsynlighet fastslås av produksjonsåret, men må bekreftes ved prøvetaking.

Håndtering av det enkelte vindu krever 1-2 personer, avhengig av størrelsen på vinduet. Vinduene demonteres hele med karm og glassrute. Glasset må ikke knuses – krever høy grad av forsiktighet ved håndtering. Håndtering fordrer ingen spesielle hensyn mht. HMS – vanlig utstyr som hansker o.l. er tilstrekkelig. Vinduene settes på pall og transporteres

til avfallsmottak for farlig avfall. Dette inkluderer listverk, utføring og fugemasser (Larsen, 2019).

### Bearbeiding og mellomlagring

Bearbeiding ved lokal ombruk medfører i det minste rengjøring av rutene. Ved ombruk annensteds stables vinduene på pall med skråbånd under transport, slik at de ikke faller av og knuser (NHP-nettverket, 2015c). Vinduer bør mellomlagres innendørs; utendørs under tak som et minimum (Roigart *et al.*, 2018, s. 23).

### Redokumentering

[1] Et avgjørende funksjonskrav for vinduer i TEK17 er tilknyttet vinduenes isolerende egenskaper, gitt i § 14-3: Krav til U-verdi etter BF 1987 (da Sørhove ble bygget) var 2,4 W/m<sup>2</sup>K, i motsetning til 1,2 W/m<sup>2</sup>K i dagens TEK17. Dagens energikrav tilknyttet varmetap gjennom bygningskroppen vil også gjelde ved fasadeendring, jf. Pbl § 20-1 (KMD, 2009). Selv om minimumskravene til U-verdi jf. TEK17 § 14-3 ikke er mulig å etterfølge for det enkelte vindu ved lokal ombruk, gir kravet rom for fleksibilitet. Jf. VTEK til § 14-2, annet ledd, tillates det en omfordeling av kravet til U-verdi, dersom man dokumenterer at varmetapstallet (som angir bygningens samlede spesifikke varmetap) ikke øker. Videre fremgår det av VTEK til § 14-3 at minimumskravene relaterer seg til gjennomsnittsverdien av U-verdien gjennom for en gitt bygningsdel. Dermed kan man tillate at noen vinduer har høyere U-verdi enn minimumskravet, gitt at det den gjennomsnittlige U-verdien for det samlede vindusarealet er innenfor kravet. Hvorvidt dette lar seg gjennomføre på Sørhove i et omfang som oppfyller Svanemerkets krav til 50 % ombruk i fasaden, kan beregnes; dette er diskutert i kapittel 6.2.3.

[2] Vinduer produseres normalt etter NS-EN 14351-2:2018 *Vinduer og dører - Produktstandard, egenskaper - Del 1: Vinduer og ytterdører*. Vurdering av samsvar gjøres etter AVCP-system 3 (1 ved brann/rømning). Standarden angir en rekke vesentlige egenskaper for vinduer som kan være relevante, bl.a. motstand mot vindlast, regntetthet, lydisolering og varmegjennomgang (U-verdi). Prøvmetsmetodene for å fastslå egenskapene gis av en rekke ulike prøvmetsstandarder. Standarden angir FPC-system som vil være til hinder ved redokumentering av brukt vindu, og krever destruktiv testing ved fastsettelse av flere vesentlige egenskaper, bl.a. motstand mot vindlast, slagstyrke og mekanisk styrke (sistnevnte avhenger av resultat fra ikke-destruktiv test). Prøvmetsmetodene krever minst ett vindu per destruktive test, da destruktiv testing ødelegger det testede vinduet.

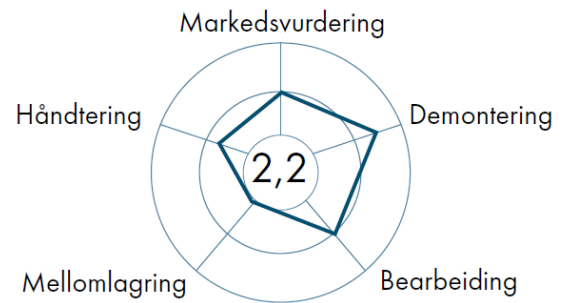
Opprinnelig produsent er ikke identifisert i denne studien.

### 5.3.3 KRYSSFINÉR

#### Markedsvurdering

TG 2 (brannteknisk). Restlevetid: IU. Plater av kryssfinér lages av tynne finerark (1,5-5mm) av gran eller furu, som limes sammen lagvis (minst tre lag) under høyt trykk. Platene har mange bruksområder, deriblant i møbler, emballasje, innvendige overflater, taktro, himling, forskaling, m.m. (Solli og Glasø, 2011).

## Ombrukspotensial: Score



Figur 5-10: Ombrukspotensiale, kryssfinér.

Sørnes *et al.* (2014) fremhever trebaserte plater av bl.a. kryssfinér som aktuelle ombruksmaterialer: «*Hele kryssfinerplater og diverse typer trefiberplater med intakt not og fjær, og plater der festemidlene ikke har forårsaket utrivning av platekant eller på annen måte forårsaket vesentlig forringelse av platens skivevirkende ytelse, kan ombrukes direkte*» (Sørnes *et al.*, 2014, s. 34).

I boken *Miljøriktig riving* regnes ikke utvendig kledning av tre som spesielt ombrukbart, ettersom materialenes kvalitet ofte forringes som følge av varig eksponering av vær og vind. Utvendig platekledning kan dog gjenbrukes som forskalingsbord. (Norsas, 1999, s. 88)

Ifølge tilstandsanalysen er platene av god kvalitet og de fleste i god stand, men plater med råteskader og avrevet platekant/hjørne forekommer enkelte steder. Ifølge den branntekniske tilstandsanalysen tilfredsstillers ikke platene krav til utvendig brannfare jf. VTEK, og kan dermed ikke brukes videre i fasaden. Dersom de skal bevares i fasaden må de demonteres og bearbeides slik at brannkravene tilfredsstilles.

Kryssfinérplater er ikke etterspurt til bruk som fasadekledning. Dersom platene skal omsettes, må det nok være som et annet produkt enn opprinnelig. Det forekommer salg av brukte kryssfinérplater til bruk som forskalingsbord på Finn – dette er også rådgiverne fra Treteknisk enig om at kan være den mest realiserbare måten å få ombrukt platene videre på annensteds. Ifølge rådgiverne kan det leveres til emballasjeproduksjon, men da må det dokumenteres at det er behandlet for å drepe skadegjørere.

(Personlig kommunikasjon, Treteknisk, 11.05.2020).

## Mengde

Kryssfinérplatene er i all hovedsak benyttet i fasade sør i undervisningsfløy, med noe bruk i ytterveggene i det nord-østlige inngangsparti, et utstikk fra fasade sør-vest samt et felt mellom vinduene i nord-østlig fasade inn mot hagen. Platene er identifisert v.h.a. bilder og beskrivelser, og arealet måles/beregnes basert på plan-, fasade-, og snittegninger:

Fasade	Areal (m <sup>2</sup> )
Sør	184
Sør-vest	13,6
Nord-øst (hage)	13
Nord-øst (inngangsparti)	6,5
<b>Sum mengde</b>	<b>217 m<sup>2</sup></b>

Tabell 5-12: Mengde kryssfinér.

Tykkelse 15 mm (angitt i detaljtegning) gir  $217 \text{ m}^2 \cdot 0,015 \text{ m} = 3,3 \text{ m}^3$ . Dimensjoner «bredde x høyde». Egenlast for kryssfinér gran/furu er  $5,0 \text{ kN/m}^3$  (Silseth, 2013); dette medfører en densitet på ca.  $510 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . Totalvekt blir da  $510 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3,3 \text{ m}^3 = 1683 \text{ kg}$ .

## Demontering og håndtering

Det er uvisst om platene er montert med spiker eller skruer; dette vil påvirke demonterbarheten til platene. Platene vurderes som middels robuste. Plater av kryssfinér bør håndteres av to personer pga. vekt og størrelse. Hansker er tilstrekkelig for å unngå flis o.l. skader ved håndtering.

## Mellomlagring og bearbeiding

Plater av kryssfinér må oppbevares innendørs i stabilt klima, og tildekkes på en slik måte at de ikke påvirkes av direkte sollys.<sup>10</sup>

Hvis kryssfinéren skal ombrukes i fasader (lokalt eller annensteds), må opprinnelig maling skrapes av før ny brannmaling påføres. Prosedyrer for påføring av slik brannmaling er strengt, og ikke nødvendigvis gjennomførbart for brukte plater. Dersom platene ombrukes til andre formål, forskaling, interiør, etc. blir bearbeidingen trolig mindre omfattende (Personlig kommunikasjon, Treteknisk, 11.05.2020).

---

<sup>10</sup> Moelven, FDV: [https://www.moelven.com/globalassets/c4/522/documents/43636\\_fdv-moelvenwood-kryssfiner-furu-bjork-poppel-ubeh.pdf](https://www.moelven.com/globalassets/c4/522/documents/43636_fdv-moelvenwood-kryssfiner-furu-bjork-poppel-ubeh.pdf)

## Redokumentering

[1] Lokal ombruk i fasadene avhenger i all hovedsak av brannkrav, ved § 11-9 jf. TEK17. For å innfri brannkrav, måtte man overflatebehandlet platene med en brannhemmende maling e.l. med tilstrekkelig brannmotstand. Prosedyrene og kravene ved påføring av slik overflatebehandling er dog veldig strengt, og ikke nødvendigvis tilpasset brukte plater som har vært utsatt for klimapåkjenninger i 30 år. Derfor må man sannsynligvis ombruke platene i en funksjon som ikke stiller krav til brann og styrke, eksempelvis forskaling. (Personlig kommunikasjon, Treteknisk, 11.05.2020)

[2] Plater av kryssfinér er omfattet av harmonisert standard NS-EN 13986:2004+A1:2015 *Trebaserte plater til bruk i bygg og anlegg - Egenskaper, evaluering av samsvar og merking*, med produksjonskontroll etter AVCP-system 1, dersom et tydelig angitt stadium i produksjonsprosessen resulterer i forbedret brannklassifisering (*reaction to fire*) – eksempelvis brannhemmende overflatebehandling. Dersom man ønsker å ombruke kryssfinérplater til formål uten brannkrav, er ikke slik brannbehandling nødvendig; da gjelder AVCP-system 3. Ved bruk som forskalingsplater, gjelder AVCP-system 4<sup>11</sup>. (CEN, 2015a)

NS-EN 13986 henviser til NS-EN 636 *Kryssfinér – Krav*, som igjen henviser til et titalls standarder for hvilke testmetoder som gjelder ved ulike plateprodukter og tiltenkte formål. NS-EN 326-2 *Trebaserte plater - Prøvetaking, utskjæring og inspeksjon - Del 2: Innledende typeprøving og kontroll av fabrikkproduksjon* beskriver metoder for innledende typeprøving og kontroll av FPC-system i detalj. I Annex C beskrives innledende typeprøving av egenskapen «*Bonding quality*» for platene. Ved en *dobbel prøvingsplan* skal 13 plater plukkes ut i to omganger – totalt 26 plater kontrolleres. Plukkingen skal i begge tilfeller gjøres tilfeldig fra produksjonen i tre omganger, med en uke mellom hvert plukk: fire plater fra produksjon 1 og 2, fem fra produksjon 3 (CEN, 2014, s. 27). I tråd med vurderingene fra Kilvær *et al.* (2019, s. 54) ser det svært krevende ut (om ikke umulig) å tilpasse et slikt kontrollsystem for brukte byggevarer.

Opprinnelig produsent er ikke identifisert i tilgjengelig dokumentasjon.

---

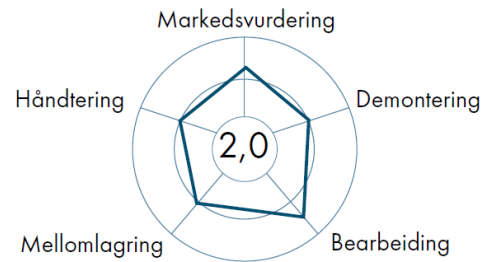
<sup>11</sup> Dop, forskalingsplater Fritzøe Engros: <http://media.byggjeneste.no/media/dokument/547097>

### 5.3.4 KONSTRUKSJONSVIRKE

#### Markedsvurdering

Restlevetid: 30 år. Konstruksjonsvirke (k-virke) er styrkesortert trelast – det kan brukes som stendere, bjelker, taksperrer, m.m. (Øvrum og Skaug, 2012, s. 2). I Norge produseres det meste av k-virke av medlemmer av Treindustrien, med nordisk trevirke som råstoff (Øvrum og Skaug, 2012, s. 5)

### Ombrukspotensial: Score



Figur 5-11: Ombrukspotensiale, k-virke.

Styrken angis i fasthetsklasser jf. NS-EN 338:2016: De vanligste fasthetsklassene som brukes i Norge er C14, C18, C24 og C30 (Øvrum og Skaug, 2012, s. 2). På Sørhove er det utstrakt bruk av k-virke i utfyllingsvegger og innvendige lettvegger. Ved alternativ 2 rives alle lettveggene, ved alternativ 3 rives i tillegg utfyllingsveggene.

For innebygde bygningsdeler som her er det gode forutsetninger for at trevirket har beholdt materialeegenskapene sine (Evans og Flæte, 2009). Ifølge Byggforskeren kan levetiden for bindingsverksvegger antas å være et sted mellom 40-80 år (Edvardsen, 2017).

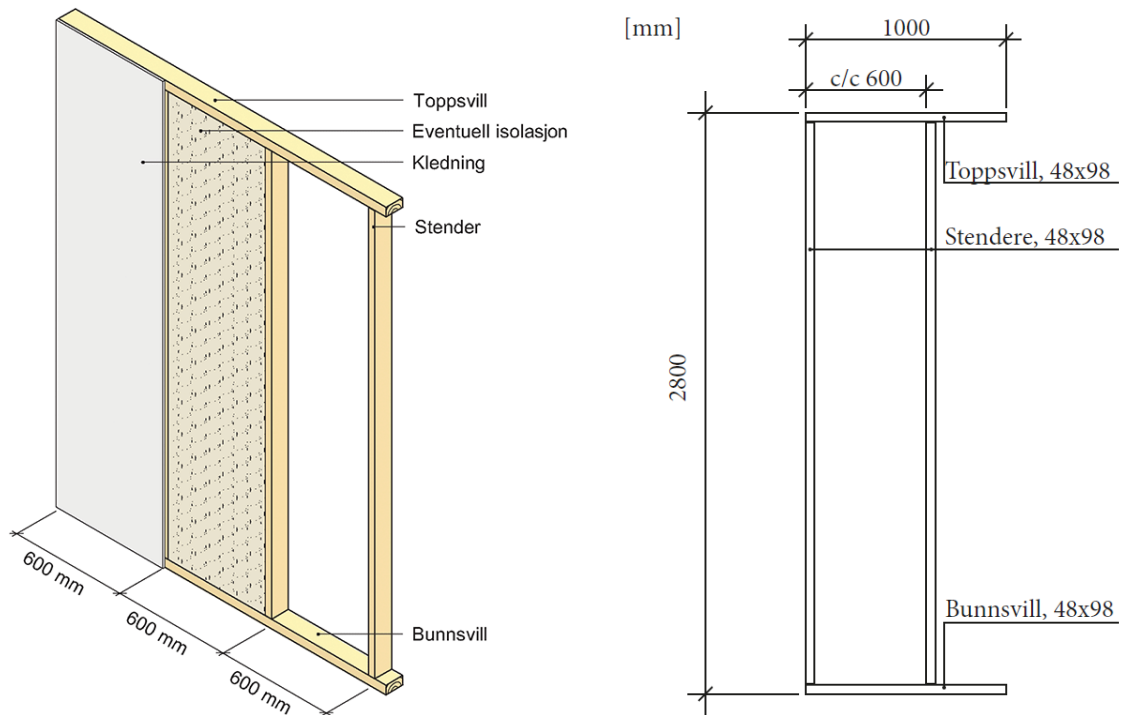
Ifølge Sørnes et al. (2014, s. 33) er hele lengden av konstruksjonsvirke av særlig interesse for ombruk. Deweerdt et al (2020, s. 69-71) beskriver brukt konstruksjonsvirke som en jevnlig forekommende bruktvare, som kan ha betydelig ombrukspotensiale. Ifølge Grønn Byggallianse er ombruk av konstruksjonsvirke i liten grad økonomisk forsvarlig (Grønn Byggallianse, 2018, s. 42). Rådgiverne fra Treteknisk påpeker at konstruksjonsvirke er en bunnvare som selges til allerede lav nypris, og at salgsprisen av brukt konstruksjonsvirke ikke kommer i nærheten av å demme opp for kostnadene av å fint demontere, frakte, styrkesortere, osv. per i dag (personlig kommunikasjon, Treteknisk, 11.05.2020). Ifølge Rognlien (2002, s. 25) vil ombruk av tre sannsynligvis aldri oppskaleres, på grunn av dyre arbeidstimer og lav materialpris.

Konstruksjonsvirke er av lokal bruksverdi, dersom veggkonstruksjonene bevares. Hvis ikke, er det begrenset ombrukspotensiale lokalt. Ombrukt konstruksjonsvirke er etterspurt vare i markedet, men vanskelig å realisere i praksis (personlig kommunikasjon, Treteknisk, 11.05.2020).

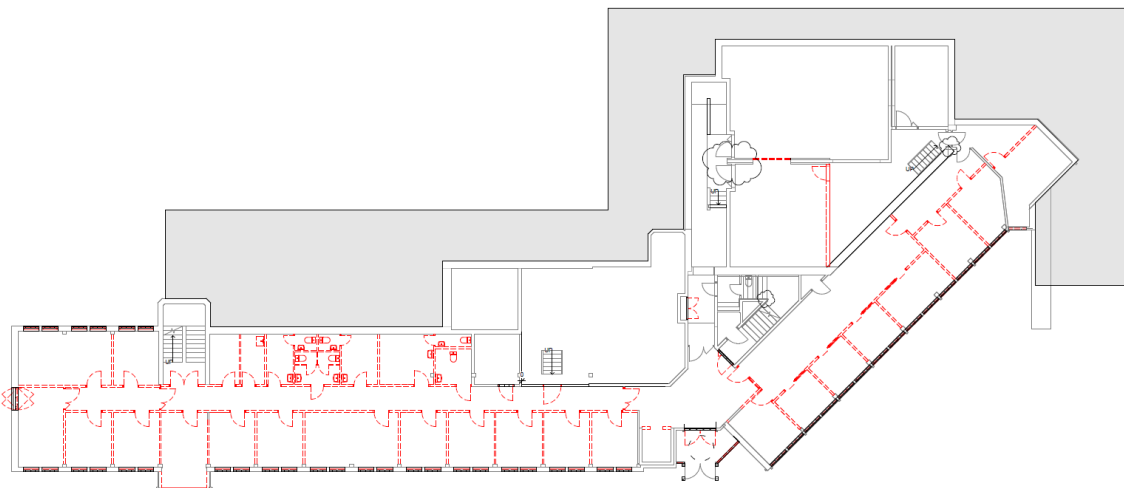
Konstruksjonsvirket på Sørhove er ikke kartlagt for helse- og miljøfarlige stoffer. Ifølge NHP-nettverket skal trykkimpregnert (grønt) og kreosotholdig (brunsvart) treverk leveres som farlig avfall. Ubehandlet trevirke er normalt ikke farlig avfall å regne (NHP-nettverket, 2015b).

## Mengde

Lettveggene er bygget opp etter konvensjonelle prinsipper for innvendige vegger av bindingsverk: Stenderavstand c/c (senteravstand) 600 mm og enkel topp- og bunnsvill, se figur 5-12. Stenderne er konstruksjonsvirke med dimensjon 48x98 mm, isolert med 100 mm steinull og kledd igjen med gipsplater.



Figur 5-12: Grunnlag for mengdeberegning. Kilde, illustrasjon til venstre: Byggforskserien. Skisse til høyre: egenprodusert.



Figur 5-13: Riveplan for ombygging, 1. etasje. Kilde: WSP arkitekter.

Antall løpemeter lettvegger er målt utfra riveplaner i målestokk 1:100. Vegghøyden måles fra overkant dekke til underkant dekke, jf. snittegninger. Veggåpningene for dørinnsetting er tatt høyde for, men ekstra konstruksjonsvirke i sammenføyninger mellom vegger, ekstra stendere/losholter i dørinnsettinger, o.l. er ikke medregnet.

Estimert mengde, 1. etasje = 121 m bindingsverk. Vegghøyde på 2,8 m medfører 339 m<sup>2</sup>. Det er om lag samme mengde i hver etasje – medfører sum areal bindingsverk om lag 1017 m<sup>2</sup>. Med en treandel på 13 % og stendertykkelse 98 mm gir dette 132 m<sup>2</sup>, eller ca. 13 m<sup>3</sup> konstruksjonsvirke. Ved densitet 470 kg/m<sup>3</sup> gir dette 6110 kg eller ca. 6,1 tonn<sup>12</sup>.

Utfyllingsveggene har samme dimensjoner som innerveggene, 48x98 mm. Areal bindingsverk i ytterveggene beregnes forenklet ved å ta summen av arealene av fasade sør, sør-vest, nord og nord-øst (ekskl. auditoriumsvegg). Arealet blir da ca. 1101 m<sup>2</sup>. Med treandel lik 13 % og stendertykkelse 98 mm gir dette 143 m<sup>2</sup>, eller ca. 14 m<sup>3</sup>. Bruker densitet 470 kg/m<sup>3</sup> og får 6592 kg eller ca. 6,6 tonn. Kort oppsummert:

Konstruksjonsvirke	Alternativ 2	Alternativ 3
Fra innervegger	6,1	6,1
Fra yttervegger	-	6,6
<b>Sum mengde</b>	<b>6,1</b>	<b>12,7</b>

Tabell 5-13: Mengde konstruksjonsvirke.

## Demontering og håndtering

For skånsom demontering er skruer å foretrekke over spiker – fjerning av spiker kan gjøre skade på treverket. Det antas dog at det er brukt spiker. Hverken ytterveggene eller innerveggene er lastbærende, noe som gjør det mulig å fjerne dem uten å sette inn midlertidige forsterkninger/bæring. Arbeidet kan innebære tunge løft, og bør gjøres av flere personer.

Utsettes trevirke for slag eller andre påkjenninger under arbeidene, kan det få skader og brudd som kan påvirke trevirkets egenskaper. Fra et HMS-perspektiv ble det i *Gjenbrukshuset* erfart at brukt trevirke hadde mer kvister/fliser o.l., som medførte økt fare for skader ved håndtering. I tillegg kommer må man være påpasselig med skjult spiker/metall i treverket. Bruk av verneutstyr som hansker forebygger slike skader.

<sup>12</sup> gran, 15 % fuktighet: [http://www.treteknisk.no/resources/Treteknisk\\_Egenskaper-av-ulike-treslag.pdf](http://www.treteknisk.no/resources/Treteknisk_Egenskaper-av-ulike-treslag.pdf)



## Bearbeiding og mellomlagring

I *Gjenbrukshuset* omtales bearbeiding av trevirke som omfattende, og man er avhengig av dyrt maskinelt utstyr (Pettersen, 2005, s. 64). Materialene må i første omgang spyles rene med høytrykksspyler e.l. Deretter må trevirket renses for spiker/metall; her brukes metalldetektor for å lokalisere skjulte gjenstander, og spikeruttrekker for å få ut spikerne. Til tross for dette ble sagen brukt til å omdimensjonere trelasten stadig vekk skadet, pga. skjulte spiker i trevirket (Pettersen, 2005, s. 58).

Videre vil grad av omdimensjonering før ombruk avhenge av hvilken materialkvalitet og hvilke dimensjoner man har tilgjengelig. I *Gjenbrukshuset* var det varierende dimensjoner fra riveobjektene, og omfattende maskinell skjæring og tilpassing av lengder måtte til for å klargjøre det til ombruk. Konklusjonen ble i det tilfellet at omdimensjonering og bearbeiding av trevirke er for ressurskrevende; det tærer på maskinene og tar for mye tid ift. inntjening. Det påpekes dog at rivingsmaterialer i fremtiden vil gi mer moderne dimensjoner på trevirket, som gjør denne prosessen lettere. (Pettersen, 2005, s. 64)

Konstruksjonsvirke kan stables og oppbevares liggende utendørs, men beskyttet mot vær og vind (Pettersen, 2005, s. 64). Ettersom det trolig ikke vil være plass til å lagre lokalt ute på Sørhove, bør likevel ekstern lagring etableres.

## Redokumentering

Konstruksjonsvirke dokumenteres normalt etter NS-EN 14081 *Trekonstruksjoner - Styrkesortert konstruksjonstrevirke med rektangulært tverrsnitt - Del 1: Generelle krav, AVCP-system 2+*. Som det fremkommer av intervjuet med Treteknisk kan ikke konstruksjonsvirke redokumenteres etter NS-EN 14501; det må utarbeides en Teknisk Godkjenning for brukt trelast dersom trevirket skal kunne ombrukes – styrkesortert eller ei. Det vil ikke være tidsmessig mulig å utarbeide en TG for å muliggjøre ombruk av konstruksjonsvirke fra Sørhove. I tilfellet på Sørhove, vil det ifølge Rådgiver 1 og 2 være mest gjennomførbart å ombruke trevirket, dersom det ombrukes til ikke-bærende formål – da blir prosessen med å redokumentere langt enklere, fordi man ikke omfattes av Byggevareforordningen krav til styrkesortering av trevirke. Også under NHP-møtet ble dette løftet frem som en aktuell måte å få ombruk trevirke på.

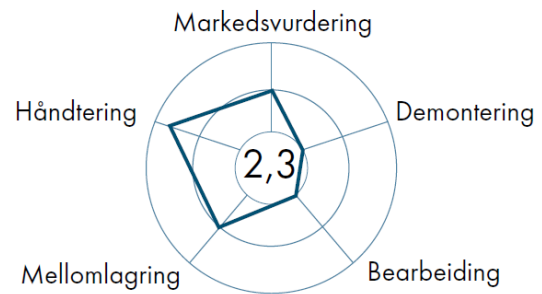
Det er ikke funnet opprinnelig produktdokumentasjon på trevirket – dersom det skal ombrukes til noe annet, er det viktig at opprinnelig produktmerking fjernes, ettersom denne ikke er gyldig lenger (personlig kommunikasjon, Treteknisk, 11.05.2020).

### 5.3.5 LECA BLOKKER

#### Markedsvurdering

Restlevetid: 20 år. På Sørhove er det utstrakt bruk av leca i fasadene og i yttervegger mot terreng, samt noe bruk innvendig. Ved gjennomføring av alternativ 3 rives alle fasader inn til bærekonstruksjonen, og en betydelig mengde leca blokker må avfallshåndteres og tilstrebtes ombrukt.

### Ombrukspotensial: Score



Figur 5-14: Ombrukspotensiale, Leca blokker.

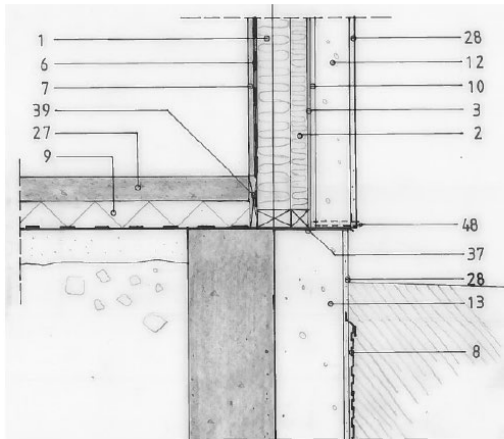
Leca er et produktnavn («Light Expanded Clay Aggregate») fra produsenten Leca. Materialet betegnes egentlig lettklinkerbetong (Sandaker, Sandvik og Vik, 2007, s. 45). Leca blokker består av lettklinker, som bindes sammen til blokker ved hjelp av en blanding av sement, sand og vann. På grunn av en meget energikrevende produksjonsprosess, kan ombruk være et gunstig miljøtiltak, sammenlignet med nyproduksjon (Sørnes *et al.*, 2014).

Som nevnt i kapittel 2.3.3 er det ikke mulig å demontere teglstein for ombruk, dersom det er brukt sementmørtel ved muring. Ifølge Gether AS (Personlig kommunikasjon, Gether AS, 30.04.2020) gjelder samme problemstilling ved ombruk av leca blokker; bruk av kalkmørtel ble utkonkurrert av sementmørtel, og skånsom demontering og ombruk av leca murt med sementmørtel vil ikke være mulig. Ved ressursutnyttelse av Leca må man derfor tenke annen utnyttelse enn ombruk; knusing og bruk av løs leca til anleggsformål, produksjon av nye produkter, e.l. Da er det altså ikke snakk om ombruk lenger, men ulike typer nedsirkulering. Ombruk av leca blokkene på Sørhove fordrer derfor lokal ombruk, da det per i dag ikke finnes prosedyrer for å skille blokker murt med sementmørtel (Kilvær *et al.*, 2019).

Leca blokkene er ikke omfattet av miljøkartleggingen til WSP. Lettklinker i seg selv avgir ingen helse- og miljøfarlige stoffer<sup>13</sup>. Maling eller puss kan derimot inneholde PCB og ulike tungmetaller, men normalt er ikke malt/pusset mur bygget etter 1975 å anse som farlig avfall (NHP-nettverket, 2015a). Uansett må murpuss og eventuell maling vurderes i en miljøkartlegging før lecaen rives (Sørnes *et al.*, 2014, s. 31).

<sup>13</sup> Leca FDV: <https://leca.no/sites/default/files/2016-05/Leca%20Blokk%20generelt%20-%20GPP.pdf>

## Mengde



### Tekstforklaring:

1. Bindingsverk 98 mm / 100 mm steinull
2. Påføring 48 mm / 50 mm steinull
3. GU-plate 9 mm
6. Diffusjonstett folie/papp
7. Gipsplate 13 mm
10. Lufting 15 mm i yttervegg
12. Leca 100 mm
13. Leca 200 mm
28. Murpuss
48. Drensrør (per 2. sten)

Figur 5-15: Originaltegning, detalj i vertikalsnitt i overgang grunnmur/yttervegg. Rik Arkitektur/WSP.

Lettklinkerblokkenes dimensjoner fremgår av detaljtegninger, se figur 5-15. I all hovedsak er det benyttet Leca blokker 100 mm i yttervegg over terreng. Disse har dimensjoner 100x250x500 mm (personlig kommunikasjon, Leca Norge, 14.05.2020). Blokker med tykkelse 200 mm er benyttet for vegger mot terreng. Det er kun blokkene over terreng som berøres av tiltakene.

Mengden kan estimeres ved å beregne arealet på veggen og trekke fra vindusarealet. Ytterveggene er forblendet med lettklinker i auditorium og hele kontorfløyen, med unntak av et felt mot bakhagen (kryssfinér). Mengden lettklinker er om lag (målt i areal):

Fasade		Areal (m <sup>2</sup> )
Sør-vest		267
Nord		84
Nord-øst (hage)		273,5
Nord-øst (inngangsparti)		128
Sum areal		752 m <sup>2</sup>
Densitet (kg/m <sup>3</sup> )	Dimensjon (mm)	Totalvekt (tonn)
770	100x250x500	57,9

Tabell 5-14: Mengde, Leca blokker.

## Demontering og håndtering

Demontering fordrer metoder man per i dag ikke har kjennskap med. Det kan tenkes at metodene som utarbeides for å demontere sementmurt tegl, også kan benyttes på leca blokker en gang i fremtiden. Dersom blokkene kunne blitt demontert blokk for blokk, ville øvrig håndtering vært relativt uproblematisk: Én blokk veier  $0,1 \cdot 0,25 \cdot 0,5 = 0,0125 \text{ m}^3 \cdot 770 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 9,6 \text{ kg} \approx 10 \text{ kg}$ , materialet er robust og hansker, vernebriller og støvmaske er tilstrekkelig verneutstyr ved evt. slissing/fresing (Leca, 2016).

## Mellomlagring og bearbeiding

Leca kan fint lagres utendørs – dersom det utsettes for fukt, må man påse at blokkene tørker før de mures. Leca blokkene måtte blitt rensset for sement, og tilpasset/skjært til nye mål, avhengig av hvor mye skade blokkene ville tatt ved demontering.

## Redokumentering

[1] Videre ombruk i fasader omfattes av bl.a. krav til energi (U-verdi) og ytre brannpåvirkning, jf. TEK17. U-verdi avhenger i større grad av isolasjonsmengden på innvendig side (mineralullen). Ellers har Leca gode brannegenskaper. Det vurderes som uproblematisk å bevare leca blokkene for videre lokal ombruk, mht. oppfyllelse av funksjonskrav jf. TEK17.

[2] Dokumentering av leca blokker gjøres normalt sett etter NS-EN 771-3 *Krav til murprodukter - Del 3: Murprodukter av betong (tunge og lette tilslag)*, med produksjonskontroll etter AVCP-system 2+. Standardens Annex D gir en veiledning til gjennomføring av produksjonskontroll i fabrikk. Her fremgår det at FPC-systemet baserer seg på kvalitetssikring av nyprodusert produkt. Eksempelvis ved bestemmelse av blokkenes trykkfasthet, skal minst tre produkter per femte dag med produksjon gjennomgå destruktiv testing etter prøvingsstandarden NS-EN 772-1 *Prøvingsmetoder for murprodukter - Del 1: Bestemmelse av trykkfasthet* (CEN, 2015c, s. 28). Etter NS-EN 772-1 skal minst seks produkter testes. Dersom dette skal innfris ved ombruk, må det altså foregå en form for produksjon hvor man tester minst seks av de ombrukte produktene; hvordan dette løses i praksis er uvisst (CEN, 2015b, s. 5).

Lecaen er opprinnelig produsert av Leca Norge. Leca Norge kunne bistå med produktkataloger fra 1986-91, og kunne i tillegg informere om at det kan ligge eldre produktokumentasjon lagret på fabrikken i Borge (personlig kommunikasjon, Leca Norge, 26.05.2020). Dette er ikke undersøkt videre i denne studien.

### 5.3.6 INNERDØRER

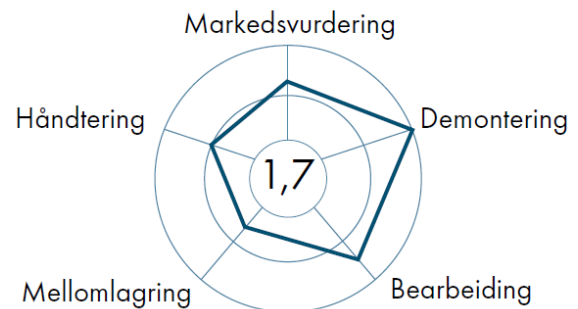
#### Markedsvurdering

TG 2 (brannteknisk). Restlevetid: IU. Ombruk av dører kan være aktuelt for:

- Alternativ 1: Utskifting av branndører med mangler + vindfangsdør (sør-vest)
- Alternativ 2: Utskifting av samtlige innerdører + vindfangsdør (sør-vest)



#### Ombrukspotensial: Score



Figur 5-16: Til venstre: bilde fra tilstandsanalyse. Til høyre: Ombrukspotensiale, innerdører.

Alle innerdører er fra byggeåret, med noen få unntak. Følgende dører er fra 2012 (Personlig kommunikasjon, Statsbygg, 23.04.2020):

- Vindfangdør plan 1 vest.
- To nye dører ved overgang mot Hove fra gangbroer.

Innerdører er generelt vurdert som gode ombruksmaterialer (Norsas, 1999; Rognlien, 2002; Pettersen, 2005) – og dørene på Sørhove er stort sett i fin stand. Dersom de besluttes utskiftet, er det fornuftig å undersøke hvorvidt de kan omsettes for ombruk annensteds; eventuelt demonteres, mellomlagres lokalt og monteres igjen på Sørhove.

I *Gjenbrukshuset* og KA13 er det gjennomført ombruk av innerdører; i sistnevnte ble dører demontert, lagret lokalt og remontert. Dørene ble i dette tilfellet vurdert som en identitetsskaper i bygget (Lunke, 2019); det samme kan sies om de rosa dørene på Sørhove. Lokal ombruk vil bevare og videreføre en del av byggets originale uttrykk og identitet – det gir bruksverdi i seg selv.

Hvis dørene på Sørhove må vekk, kan de selges for ombruk annensteds – ifølge Norsas (1999) er dører blant de mest etterspurte bruktvarene i markedet. Dette er riktignok 20 år siden, men et søk på Finn gir samme inntrykk: I underkant av 8000 annonser for brukte dører ligger ute per mai, 2020.

Ifølge Norsas er det helt avgjørende at dørene selges med karm – dette begrunnes med at det er for dyrt å produsere nye (Norsas, 1999, s. 91). Dette understrekes også av Rognlien (2002, s. 27). I *Genbrugsmaterialer* tilskrives dører med karm økt verdi på grunn av at dører kommer i mange ulike standardmål, og en dør uten karm må passe nøyaktig inn i eksisterende karm (Roigart *et al.*, 2018, s. 20). I *Gjenbrukshuset* ble det krevende å renovere ytterdører med mangler/feil; det var vanskelig å tilpasse dørene til karmen, noe som resulterte i trekk og varmetap. Ved ombruk av branndører er en vanlig barriere ifølge Deweerdt *et al.* (2020, s. 73) å finne dørkarmer med samme brannmotstand. I sum viser de ovennevnte erfaringene at dører bør tilstrebtes ombrukt med dørkarmer.

## Mengde

Modulmål er lest ut fra opprinnelige plantegninger: 103 innerdører er kartlagt. Mengden dører som skiftes etter alternativ 1 er enda uklart, da det fremkommer av brannteknisk analyse at ikke alle dører er sjekket mht. Brannkrav: «*Det kunne føres papir under/over dør + enkelte steder var det lysglimt under dør. WSP er i tvil om tilstanden på dører i hele bygget er tilfredsstillende og anbefaler dermed nye dører i bygget ved en rehabilitering. Flere dører ble ikke inspiserte for å unngå forstyrrelser i undervisning/eksamen.*» (Hovland, 2019)

Tabell 5-15 gir en oversikt basert på de dørene som er sjekket i den branntekniske analysen og må byttes, samt dører som skiftes jf. foreløpige riveplaner fra WSP.

Etasjeplan	Innerdører			
	Alternativ 1		Alternativ 2/3	
	Antall (stk.)	Vekt (kg)	Antall (stk.)	Vekt (kg)
1	28	1400	35	1750
2	9	450	37	1850
3	9	450	39	1950
<b>Sum mengde</b>	<b>46 stk.</b>	<b>2300 kg</b>	<b>111 stk.</b>	<b>5550 kg</b>

Tabell 5-15: Mengde innerdører.

## Demontering og håndtering

Dører og dørkarmer er lett demonterbare. Dørene antas å veie rundt 40-50 kg, og bør håndteres av mer enn én person. Håndtering fordrer ingen ekstra hensyn vedrørende HMS, og dørene er ikke plasskrevende. Man må utøve en viss forsiktighet, slik at man unngår merker/skader. Forsiktighet kreves også ved håndtering av dørkarmene; disse er enda skjørere enn dørene. (Pettersen, 2005)

## Bearbeiding og mellomlagring

Dørene må sannsynligvis males om. I *Gjenbrukshuset* ble innerdører levert direkte fra mellomlager uten å bearbeides i forkant, og malt opp på byggeplass (Pettersen, 2005, s. 66). Etersom dørflatene var skadet/slitt, ble det en del ekstraarbeid for malerne (Pettersen, 2005, s. 82).

Ved lokal ombruk kan det settes av egnede arealer for mellomlagring lokalt på Sørhove/Hove; dette ble gjort på KA13 (Personlig kommunikasjon, KA13, 14.05.2020). Ved ombruk annensteds, må ekstern mellomlagring etableres. I begge tilfeller må innerdører oppbevares innendørs.

## Redokumentering

[1] Det stilles en rekke krav til innerdører i TEK17, avhengig av type dør og tiltenkt funksjon. Relevante ytelser for innerdører i kontorbygg er i hovedsak isolasjonsevne mot støy jf. § 11-6 og brannmotstand jf. § 11-8 dersom det er branndør (DiBK, 2017). I tillegg kommer krav om universell utforming, jf. § 12-13. I tråd med brannteknisk tilstandsanalyse skal døren ha samme brannmotstand som den står i (Hovland, 2019). Dørens brannmotstand må re-godkjennes av produsent ved lokal ombruk (personlig kommunikasjon, KA13, 14.05.2020).

Innerdører i tre er på Svanemerkets vedlegg 13 over produkter som kan ombrukes uten ytterligere kontroll mht. innhold av helse- og miljøfarlige stoffer.

[2] Det er ikke krav om CE-merking av innerdører. Dette er fordi standarden for innerdører, NS-EN 14351-2:2018 *Vinduer og dører - Produktstandard, egenskaper - Del 2: Innvendige dører*, ikke er harmonisert enda (Glass og fasadeforeningen og DiBK, 2017). Innerdører må da dokumenteres og merkes iht. DOK kapittel 3. Dersom innerdørene skal brukes som branndører, må brannegenskaper dokumenteres iht. nasjonal standard, NS 3919:1997 *Brannteknisk klassifisering av materialer, bygningsdeler, kledninger og overflater*.

I prosjektet KA13 ble eksisterende branndører sendt til kontroll av opprinnelig produsent og rådgivere før videre lokal ombruk. Det viser at prøvingsmetodene for å fastslå brannegenskaper, også kan benyttes på brukte dører (personlig kommunikasjon, KA13, 14.05.2020). Prøvingsmetodene etter NS 3919 er ikke undersøkt nærmere i denne studien.

Det er ikke funnet opprinnelig produktdokumentasjon på de originale dørene. Det ble tatt kontakt med Swedoor (nå Jeldwen) vedrørende opprinnelig dokumentasjon – dette var ikke lenger tilgjengelig (Personlig kommunikasjon, Jeldwen, 27.03.2020). De tre nye dørene har produktdokumentasjon: Dørene er produsert av Nordic dørfabrikk, og er NS-sertifiserte av Nemko (personlig kommunikasjon, 23.04.2020).

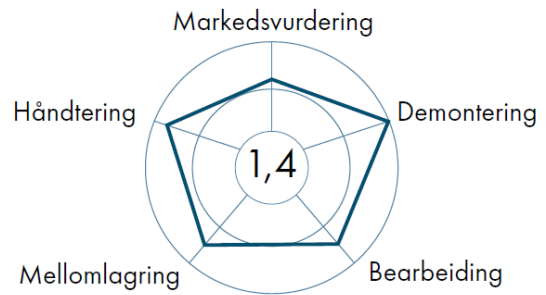
### 5.3.7 BETONGTAKSTEIN

#### Markedsvurdering

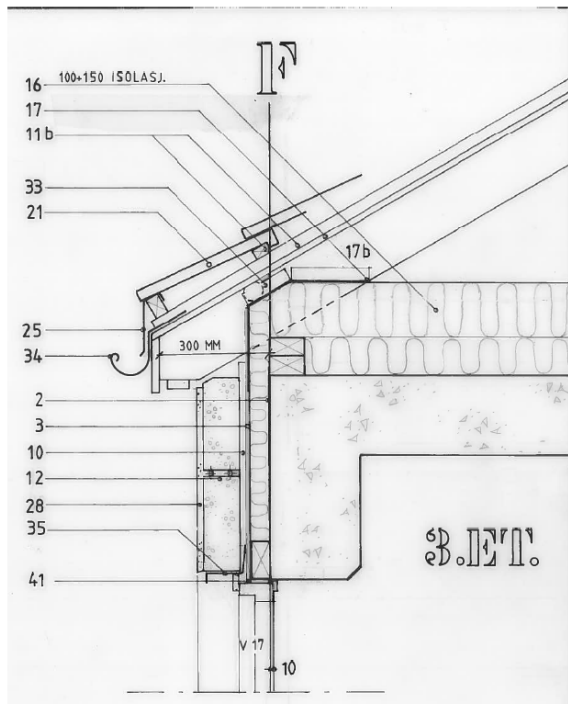
TG 2. Restlevetid: 20 år. Betongtakstein er et viktig produkt til takteking (Sandaker, Sandvik og Vik, 2007, s. 42). Normalt skiller man mellom enkeltkrum og dobbeltkrum takstein; på Sørhove er det brukt dobbeltkrum. Alternativ 3 medfører ombygging iht. TEK17 - for å oppfylle energikravene, må

takkonstruksjonen over kontorfløyen etterisoleres. Konstruksjonen er bygget som et uisolert saltak med takstoler i tre, 100+150 mm mineralullsisolasjon, tekket med betongtakstein, se figur 5-18. Ved etterisolering av kaldtloft er det enkleste å legge et nytt lag isolasjon oppå det eksisterende, enten ved bruk av matter eller blåseisolasjon.

### Ombrukspotensial: Score



Figur 5-17: Ombrukspotensiale, betongtakstein.



#### Tekstforklaring:

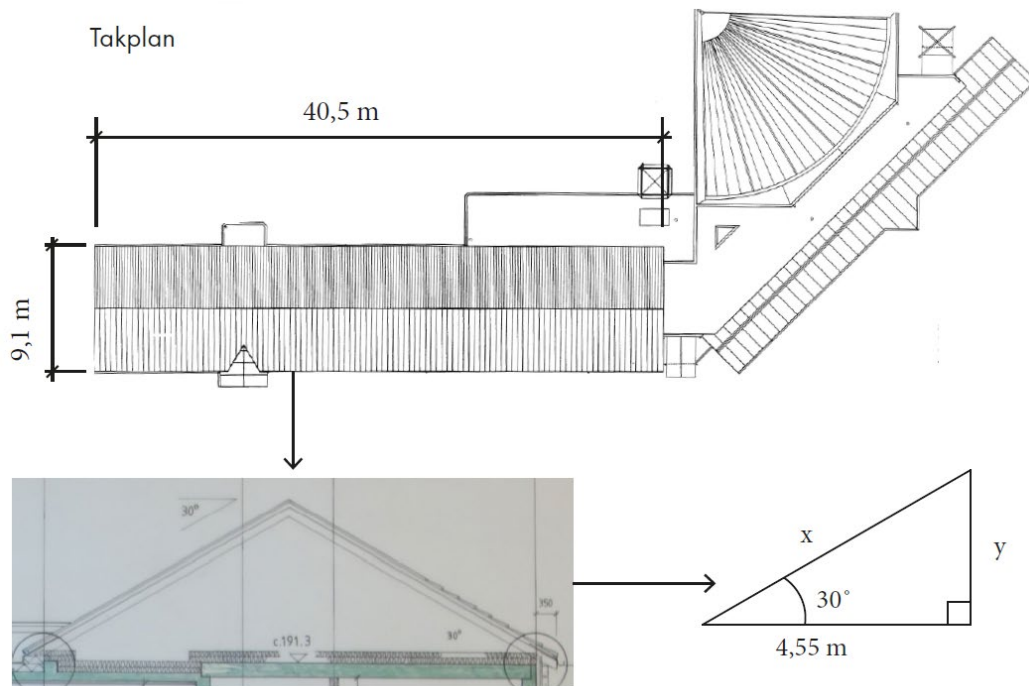
- 2. Påføring 48 mm / 50 mm steinull
- 3. GU-plate 9 mm
- 10. Lufting 15 mm i yttervegg
- 11b. Sløyfer 13 x 30 mm, lekker 30 x 48 mm
- 12. Leca 100 mm
- 16. Sperrer 36 x 198 mm, 200 mm steinull
- 17 SU-undertak
- 17b. Raftepapp over GU-tak
- 21. Betongtakstein (Zanda)
- 28. Murpuss
- 34. Takrenne
- 35. Brictec
- 41. Fugeforsegling

Figur 5-18: Detaljtegning, vertikalsnitt: kaldtloft, kontorfløy. Originaltegning, WSP/Rik Arkitektur.

Takstein er generelt etterspurt bruktvare uansett produkttype, men den etterspurte mengde varierer med produkt (Pettersen, 2005, s. 62). Betong er generelt et gunstig material å ombruke, da det sammen med tegl utgjør den største avfallsfraksjonen fra byggavfall i Norge (Statistisk sentralbyrå, 2020a). I tillegg gir sementproduksjon høye CO<sub>2</sub>-utslipp (Sørnes *et al.*, 2014, s. 32). Ifølge tilstandsanalysen er taksteinen påkjent av groe og forurensning, men vurderes å være i tilfredsstillende stand til å kunne bevares på Sørhove i lang tid, forutsatt utskiftinger og vedlikehold iht. analysen (Bergerud, 2019).



## Mengde



Figur 5-19: Beregning av takflateareal. Utklipp fra originaltegninger. Kilde: Statsbygg.

Med utgangspunkt i figur 5-19 og grunnleggende trigonometri kan man beregne arealet av takflatene:

$$\cos(30) = \frac{4,55 \text{ m}}{x} \rightarrow x = \frac{4,55}{\cos(30)} = 5,26 \text{ m} \quad \sin(30) = \frac{y}{5,26} \rightarrow y = \sin(30) \cdot 5,26 = 2,63$$

$$\text{Kontroll ved Pytagoras: } a^2 + b^2 = c^2 \rightarrow 4,55^2 + 2,63^2 = 27,65 \rightarrow \sqrt{27,65} = 5,26 \text{ OK}$$

$$\text{Arealet p\aa takflatene blir } 5,26 \text{ m} \cdot 40,5 \cdot 2 = 426 \text{ m}^2$$

Zanda dobbeltkrum betongtakstein: 9 til 10,75 stein/m<sup>2</sup> → antall takstein ligger i intervallet [3834, 4580] stk.

Egenvekten for betongtakstein er 0,4-0,5 kN/m<sup>2</sup>, tilsvarer rundt 40-50 kg/m<sup>2</sup>. Medfører at totalvekten ligger i intervallet [17.040, 21.300] kg.

I videre beregninger brukes gjennomsnittsvekt;  $\frac{17.040+21.300}{2} = 19\ 170 \text{ kg} \approx 19,2 \text{ tonn}$ .

### Demontering og håndtering

Takstein er lett demonterbart. De er hverken tunge, plasskrevende eller skjøre, og kan fint håndteres av én person. Taksteinen kan stables p\aa pall og heises ned v.h.a. mobilkran. Det er ingen ekstra risikomomenter ved ombruk, sammenlignet med legging av tak; men arbeid p\aa tak fordrer forsiktighet, og m\aa gjennomføres i tr\aa d med relevante forskrifter (Pbl og Arbeidsmiljøloven). (Lian og G\aa sbak, 2006)

## Bearbeiding og mellomlagring

Mose o.l. fjernes v.h.a. børste og vann. Bearbeiding av taktegl i *Gjenbrukshuset* ble vurdert som uproblematisk; der brukte man bare høytrykksspyler for å rengjøre takteglsteinen før ombruk (Pettersen, 2005, s. 66).

Taksteinen kan mellomlagres stablet på pall. Pallen kan stå ute, men må i så fall pakkes i plast e.l. (Zanda, 2017)

## Redokumentering

[1] Jf. Veiledning til TEK17 § 11-9. må taktekning tilfredsstillende klasse BROOF(t2) [Ta]. Betongtakstein kan uten ytterligere dokumentasjon antas å tilfredsstillende dette, i tråd med kommisjonsvedtak 96/603/EF, se neste avsnitt.

[2] Ved omsetning må betongtakstein dokumenteres iht. NS-EN 490:2011 *Takstein og tilbehørstein av betong for taktekking og fasadekledning – Produktkrav*. AVCP-system 4 gjelder «*For uses subject to external fire performance regulations*», altså der byggevaren skal benyttes til taktekking, og er i klasse A1 iht. kommisjonsvedtak 96/603/EF – noe betongtakstein er (Lovdata, 1996). Prøvingsmetoder er gitt etter NS-EN 491:2011 *Takstein og tilbehørstein av betong for taktekking og fasadekledning – Prøvingsmetoder*.

I NS-EN 490 spesifiseres planen for å plukke ut prøver fra produksjonen til testing (sampling plan). Eksempelvis skal det plukkes ut tre tilfeldige takstein én gang per dag med produksjon, for testing av mekanisk styrke. Metode for å gjennomføre destruktiv testing følger da av NS-EN 491 (CEN, 2017, s. 13). Igjen baserer FPC-systemet seg på tilfeldig prøvetaking fra en løpende produksjon, som vanskelig lar seg etterfølge ved ombruk.

Det er forhørt med opprinnelig produsent, Monier, vedrørende opprinnelig produktdokumentasjon: Ingen av fabrikkene som produserte Zanda i 1988-89 er i dag i drift; fabrikken som i dag produserer Zanda i Årdal ble startet opp i 1995. Monier har derfor ikke opprinnelig dokumentasjon arkivert i sine system; men foreslår å ta kontakt med Kontrollrådet for betong vedrørende dette (Personlig kommunikasjon, Monier, 27.05.2020). Kontrollrådet er kontaktet, men har ikke rukket å besvare henvendelsen.

### 5.3.8 MINERALULL

#### Markedsvurdering

Restlevetid: IU. Mineralull er en fellesbetegnelse for steinull og glassull; begge produktene produseres i matter eller plater (Sandaker, Sandvik og Vik, 2007, s. 102). Av originale detaljtegninger fremkommer det at det på Sørhove er brukt steinull i ytterveggene; isolasjonen i innerveggene er det ikke funnet

dokumentasjon på. Derfor benyttes betegnelsen «mineralull» videre i studien. Ved bruk av mineralull i lukkede konstruksjoner som vegger o.l., vurderes levetiden til 60 år eller lengre. Det vurderes derfor i utgangspunktet å være lang restlevetid på isolasjonsmaterialene på Sørhove, gitt at de er godt bevart i konstruksjonene.

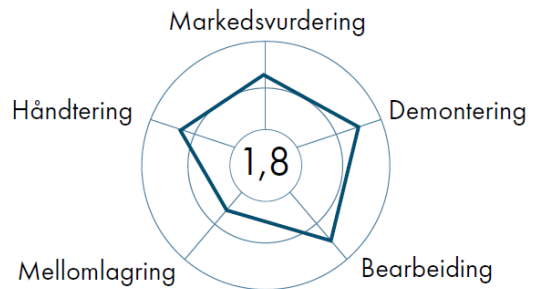
For 20 år siden var det bare avkapp fra ny mineralull som kunne gjenvinnes (Norsas, 1999, s. 98); siden da er det utviklet teknologi som gjør at mineralullsavfall kan gjenvinnes i produksjon av nye mineralullsprodukter (Byggeindustrien, 2019). Ifølge Deweerdt et al. (2020, s. 79) er vanlige barrierer ved ombruk av mineralullsplater lave ytelser, mangel på dokumentasjon av ytelsene og at materialet er i dårlig forfatning da det lett forringes. På KA13 er det ombrukt himlingsplater i mineralull, som viser at ombruk er mulig dersom man finner rett materialer og rett bruksområde (Personlig kommunikasjon, KA13, 14.05.2020).

Ombruk av mineralull fra innervegger og yttervegger er aktuelt ved alternativ 2 og 3:

- Alternativ 2: Ombygging av planløsning – alle lettvegger av bindingsverk rives.
- Alternativ 3: Oppgradering av fasader iht. TEK17 – fasadene rives til bare bærekonstruksjonen står igjen.

Begge alternativene innebærer isolering og fornyelse av flate tak, se tabell 5-4. Dette kan åpne opp for lokal ombruk av mineralullen. I et rehabiliteringsprosjekt av et kontorbygg i Brüssel, ble isolasjonsplater fra skillevegger ombrukt annensteds, i takkonstruksjoner til boligbygging (Deweerdt *et al.*, 2020, s. 23). Dermed kan lokal ombruk av mineralullsplatene ved etterisolering av flate tak være en reell mulighet. En mulighet verd å undersøke er om mineralullen kan mates direkte inn i blåseulls-maskiner på byggeplass, og på den måten nedsirkuleres lokalt ved etterisolering av loftet i kontorfløyen – men dette er altså ikke ombruk. Mineralull er ikke klassifisert som farlig avfall.

## Ombrukspotensial: Score



Figur 5-20: Ombrukspotensiale, mineralull.

## Mengde

Standarddimensjoner for plater av mineralull med tykkelse 100 mm er 100/570/1200 mm (Sandaker, Sandvik og Vik, 2007, s. 102). Her kan beregningene gjort i 5.3.4 (side 96) brukes om; areal innervegger ble da beregnet til 1017 m<sup>2</sup>. Med en treandel på 13 %, er resterende 87 % av veggen mineralull – dette gir 885 m<sup>2</sup> mineralull fra innervegger. Med en tykkelse på 100 mm gir dette et volum på 88,5 m<sup>3</sup>.

I alternativ 3 kommer mengden fra ytterveggene i tillegg. Ytterveggene har to lag isolasjon: 100 mm + 50 mm utfôring. Arealet av ytterveggene ble beregnet til 1101 m<sup>2</sup> på side 96; 87 % veggandel mineralull gir 958 m<sup>2</sup> mineralull. Tykkelse 150 mm gir et volum lik 143,7 m<sup>3</sup>. Egenlast jf. Byggforskserien for steinull, 0,3 kN/m<sup>3</sup> → 30,59 kg/m<sup>3</sup>. Dette gir følgende mengder isolasjon som kan vurderes for ombruk:

Mineralull			
Alternativ 2		Alternativ 3	
Mengde (m <sup>3</sup> )	Vekt (kg)	Mengde (m <sup>3</sup> )	Vekt (kg)
88,5 m <sup>3</sup>	2707 kg	232,2 m <sup>3</sup>	7103 kg

Tabell 5-16: Mengde mineralull.

## Demontering og håndtering

Plater av mineralull kan uten større problemer plukkes ut av veggen, og fint håndteres av én person. Generelt når man arbeider med mineralull må man dekke til utsatt hud, og bruke vernebriller<sup>14</sup>. Dersom det er dårlig utlufting kan støvbriller brukes. Mineralullen er ikke skrøpelig, men må håndteres pent.

## Bearbeiding og mellomlagring

Det er ikke funnet informasjon om hvorvidt mineralull må/kan bearbeides; dette må redegjøres for nærmere dersom tiltaket gjennomføres. I tråd med erfaringer fra KA13 kreves ingen bearbeiding ved ombruk av himlingsplater i mineralull som ligger skjult over himlingsplater, men dette er andre typer byggevarer.

Mineralullen må beskyttes fra vær og vind, og bør derfor oppbevares innendørs<sup>16</sup>. Før remontering kan det oppbevares utendørs, i korte perioder og beskyttet mot vær og vind.

---

<sup>14</sup> HMS-informasjon fra Rockwool: <https://cdn01.rockwool.no/siteassets/o2-rockwool/dokumentasjon-og-sertifikater/dokumentasjon/sikkerhets--og-hms-datblad/hms-infobladd.pdf?f=20190201032538>

## Redokumentering

[1] Ved ombruk i yttervegg, er det i hovedsak isolerende egenskaper som må dokumenteres. Mineralullens isolerende egenskaper vil påvirke tykkelsen som er nødvendig for å tilfredsstillere kravet til U-verdi for yttervegger jf. § 14-3.

Ved ombruk i lettvegger er det i hovedsak lydisolerende egenskaper som må dokumenteres. § 13-6 stiller krav til at det er «tilfredsstillende lydforhold» for personer som oppholder seg i byggverk. Etter VTEK til paragrafen kan dette oppfylles ved å tilfredsstillere lydkrav C iht. NS-EN 8175.

[2] Ved omsetning må mineralullen CE-merkes iht. harmonisert standard NS-EN 13162:2012 *Varmeisolasjonsprodukter for bygninger - Fabrikkframstilte produkter av mineralull (MW) - Krav*. Dersom produktet ikke krever prøving av egenskaper mht. brannpåvirkning, gjelder AVCP-system 4. Dette gjelder dersom produktet er i klasse A1 iht. kommisjonsvedtak 96/603/EF; noe mineralull er (Lovdata, 1996).

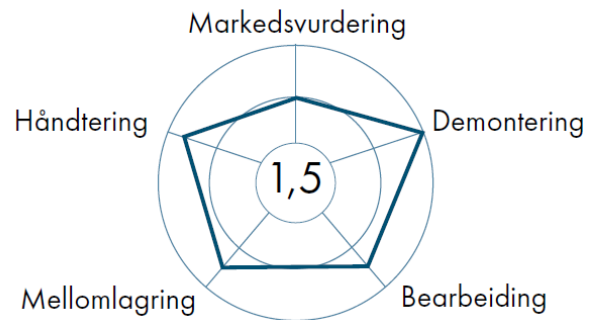
I standardens Annex B spesifiseres FPC-systemet som ligger til grunn for kvalitetssikring. Eksempelvis skal det ved kontroll av skjærfasthet og trykkfasthet gjennomføres direkte prøving av minst fire produkter hver åttende time. I tillegg skal det gjennomføres to metoder for indirekte prøving hver fjerde time og hver time av produktene (Standard Norge, 2015, s. 24). Dette er ikke mulig å etterfølge ved ombruk.

Opprinnelig produsent er ikke identifisert i tilgjengelig dokumentasjon.

### 5.3.9 SANITÆRPORSELEN



## Ombrukspotensial: Score



Figur 5-21: Til venstre: Standard toalettrom, kilde: WSP. Til høyre: ombrukspotensiale, sanitærporselen.

### Markedsvurdering

TG 1. Restlevetid: 5-10 år. Sanitærporselen som klosetter og servanter er generelt vurdert som gode ombruksmaterialer (Pettersen, 2005; Deweerdt, 2020). Etersom produksjon av porselen krever meget høye temperaturer (Opstad, 2019) og dermed mye energi, er ombruk av porselen også et gunstig miljøtiltak. Gulvklosetter og servanter sammenstilles i denne analysen, men er kartlagt som to ulike byggevarer i ombrukskartleggingen, se vedlegg 1. Porselen er ikke farlig avfall, og kan gjenvinnes til nye produkter (Norsk Gjenvinning, 2020).

Både gulvklosetter og servanter ser ut til å være meget fint brukt og godt vedlikeholdt. Det er ingen synlige skader i porselenet, og armatur og trekkefunksjon på klosett fungerer som det skal. I tilstandsanalysen står det «*ingen skader observert. Skiftes pga. normal teknisk levetid er overskredet.*» Ifølge Deweerdt (2020, s. 75) er en vanlig barriere ved ombruk av sanitærporselen at det er utdatert.

Det er enkelte detaljer og utskiftninger man må vurdere ved ombruk av servanter og klosetter. Ifølge Pettersen (2005, s. 35) kan det være hensiktsmessig å skifte blandebatteri av regulering av temperatur og totalt forbruk – særlig for blandebatteri med to-greps armaturer (fordi det tar lengre tid å oppnå ønsket temperatur). Derfor bør blandebatteriene også vurderes særskilt – dette er ikke gjort i denne studien.

Regulering av vannforbruk er også et tema ved ombruk av klosetter; mange eldre klosetter som de på Sørhove har ikke funksjon for vannsparing (kun enkel trekkefunksjon). Utover det kan forhold som sittehøyde, monteringsanvisning, tilgang på reservedeler og lett vedlikehold påvirke bygningsdelenes egnethet for ombruk. (Pettersen, 2005, s. 35)

## Mengde

Antall klosetter ble lest ut direkte fra et oversiktsdokument, med liste over plassering og antall vannklosett. Antall servanter ble avlest fra plantegninger. Figur 5-22 viser bilder fra HC-toalett i andre etasje.

Antall vannklosett: 12, 3 HC. Servanter: 16 små, 3 store (HC).



Figur 5-22: Standard, HC-toalettrom. Begge bilder fra befaring.

## Demontering og håndtering

Demontering av servanter og vannklosett er relativt ukomplisert, men bør gjennomføres av fagkyndige. Servanten kan ombrukes med blandebatteri, men dette må altså vurderes jf. vurderingene fra *Gjenbrukshuset* (forrige side). I tråd med erfaringene fra *Gjenbrukshuset* er det ingen ekstra HMS-hensyn å ta sammenlignet med håndtering av nye klosetter og servanter. (Pettersen, 2005). Porselen er i seg selv et robust materiale, men noe forsiktighet bør følge ved håndtering, for å unngå skader/merker i porselenet.

## Bearbeiding og mellomlagring

Toalettene og servantene må rengjøres grundig før ombruk. I *Gjenbrukshuset* ble toaletter og servanter høytrykksspylt og vaskes før leveranse for ombruk (Pettersen, 2005, s. 66).

Sanitærporselenet er ikke særlig plasskrevende. Kan og bør lagres innendørs, om mulig lokalt på Sørhove.

## Redokumentering

[1] Krav til toaletter i TEK17 er stort sett tilknyttet universell utforming, dvs. snusirkel for rullestol, servanter i passende høyder, o.l. Dette kan fint oppfylles med ombrukte byggevarer – men må dokumenteres ved produkttegninger som viser klosettenes/servantenes dimensjoner, samt plantegninger som viser størrelse på toalettrom med snusirkel, m.m.

[2] Servanter dokumenteres iht. harmonisert standard NS-EN 14688:2015 *Sanitærutstyr - Servanter - Funksjonskrav og prøvingsmetoder*, AVCP-system 4. Dersom servantene skal redokumenteres iht. harmonisert standard, fordrer dette at det er flere servanter av samme modell; samtlige prøvingsmetoder etter pkt. 5 kan utføres på samme servant, gitt at resterende servanter er av samme modell (CEN, 2019, s. 8).

Vannklosetter dokumenteres iht. harmonisert standard NS-EN 997:2018 *Klosettskåler og vannklosetter med innebygd vannlås*, også her AVCP-system 4. Gulvmonterte vannklosetter med systerne og spylemekanisme i ett og samme produkt, klassifiseres som produkttype 1 etter standarden. Type 1-produkter skal deklare syv vesentlige egenskaper etter tester beskrevet i standarden: Skylling, forhindring av tilbakeslag, rengjørbarhet, osv. Det uttrykkes ikke eksplisitt at alle testene kan gjøres på samme toalett, men samtlige tester skal gjennomføres på 1 stk. toalett. Hvorvidt dette betyr ett testobjekt per test eller totalt, er uvisst. Testmetodene tolkes å kunne tilpasses ombruk, da antall testede objekter er begrenset, og premisset for samtlige tester er så «enkelt» som at man installerer et toalett og gjennomfører ulike tester på det.

I begge standardene fremgår det av de generelle føringene for FPC-system at det skal etableres prosedyrer for å vurdere råmaterialer, komponenter, utstyr, produksjonsprosessen samt det endelige produkt. Dette er krevende ved ombruk; men dersom opprinnelig dokumentasjon anskaffes, er det altså nok å gjennomføre testing og dokumentere samsvar med opprinnelig dokumentasjon.

I kontakt med Porsgrund forteller de at de har et arkiv med godkjenninger, men at dette er ufullstendig. Siden 1989 er dessuten fabrikken i Norge lagt ned, og Porsgrund er blitt del av det sveitsiske konsernet Geberit Group – de kan derfor ikke garantere for at de har det. Dersom de får nøyaktig modellnummer, kan de undersøke nærmere; modellnummeret er preget inn/stemplet på foten av klosettet. Servanten på HC-toalettene er fremdeles i sortimentet til Porsgrund, så her kan det være mulig å fremskaffe dokumentasjon. (Personlig kommunikasjon, Geberit, 02.06.2020)



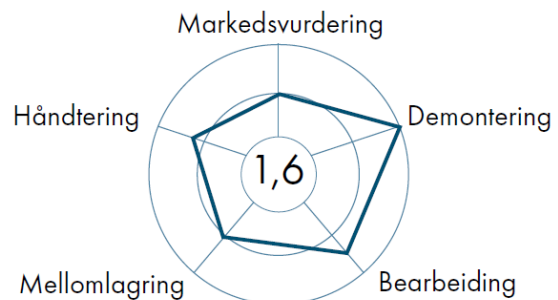
### 5.3.10 NØDLYSANLEGG

#### Markedsvurdering

TG 1. Restlevetid: 20 år. Nødlysanlegget ble levert av Schneider electric i 2013, og er i god teknisk stand. Anlegget består av nødlyssentral i teknisk rom, LED-markeringslys, ledelys med lysrør samt føringsveier for alle ledninger. Ved renovering iht. alternativ 1 kan systemet fint beholdes i sin helhet. Ved alternativ 2 og 3 må det i påvente av brannprosjektering av ny planløsning vurderes hvordan, og i hvilken grad, anlegget kan bevares/ombrukes. FDVU-dokumentasjon på nødlysanlegget er tilgjengelig på Sørhove. Det er ikke funnet eksempler på ombruk av nødlyssystem i litteraturstudien. Det ligger ute fire annonser for bruktsalg av markeringslys/nødlys, per juni 2020. Moderat bruktmarked, med andre ord.



#### Ombrukspotensial: Score



Figur 5-23: Til venstre: Markeringslys. Kilde: WSP. Til høyre: Ombrukspotensiale, nødlyssystem.

#### Mengde

Mengden kan leses ut fra FDVU-dokumentasjonen som ble overlevert ved leveransen fra produsenten Schneider. Leveransen inkluderte totalt 7 nødlyssentraler fordelt på Hove, hvorav «sentral 1» dekker Sørhove. Ifølge prinsippskissen er tilkoblet 95 armaturer på sentral 1, fordelt på seks kurser. Ifølge systembeskrivelsen omfatter nødlysarmaturene markeringslys og ledelys. Av adresselisten fremkommer det at det er installert totalt 37 markeringslys på sentral 1; det vil tilsa at de resterende 58 armaturene er ledelys. Sentral 1 står plassert i teknisk rom i første etasje.

Ifølge produktspesifikasjonene fra Schneider veier markeringslysene mellom 0,39-0,70 kg og ledelysene 1,2 kg/stk. Estimerer mengden med gjennomsnittsvekt 0,53 kg/markeringslys. Nødlyssentralens vekt er oppgitt til ca. 60 kg i produktspesifikasjonen. Total mengde blir da:

Byggevare	Antall (stk.)	Vekt (kg)
Markeringslys	37	19,6
Ledelys	58	69,6
Nødlyssentral	1	60
<b>Sum mengde</b>	<b>96 stk.</b>	<b>149,2 kg</b>

Tabell 5-17: Mengde, Nødlysanlegg.

### Demontering og håndtering

Alternativ 1 medfører ingen håndtering – systemet kan bevares slik det er. Ved ombygging må alle komponenter demonteres og mellomlagres før de kan monteres igjen. Håndtering anses som uproblematisk.

### Bearbeiding og mellomlagring

Ingen bearbeiding nødvendig –batteribytte kan være på sin plass der dette er relevant. Mellomlagring kan fint løses lokalt, da det er lite plasskrevende.

### Markedsvurdering

Nødlysanlegget ble installert for syv år siden, og har åpenbart lokal bruksverdi i mange år fremover; både dersom planløsningen bevares eller om den bygges om. Ved ekstern omsetning av anlegget vurderes det som meget usannsynlig at noe så viktig som system for rømning og brann skal være etterspurt i brukt tilstand. Garantien på batteriene er som regel på 10 år.

### Redokumentering

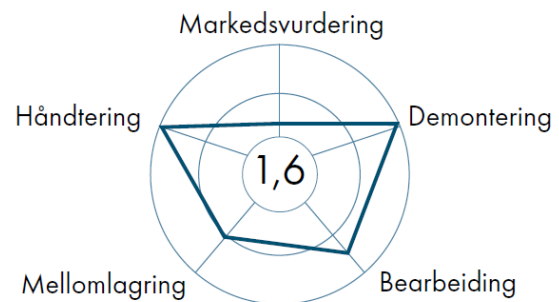
[1] Ved lokal ombruk i ny planløsning, må nødlyssystemet dokumentere krav til brann/rømning jf. TEK. Kravene knytter seg til kapittel 11 *Sikkerhet ved brann*, og omtaler bl.a. tilstrekkelig belysning i rømningsvei og tilrettelegging for brannsløkkingsmannskap. Dette kan dokumenteres med produktdokumentasjon med lysstyrker, o.l. samt nye brannplaner/rømningsplaner, m.m.

[2] Nødlysanlegg omfattes ikke av Byggevareforordningen. Nødlysanlegget ble omsatt i slutten av 2013, og er godkjent etter NEK (Norsk Elektroteknisk Komité) EN 60598-2-22:2014 *Lysarmaturer - Del 2-22: Spesielle krav til armaturer for nødlys*. CE-merket er synlig på hver komponent, og ytelseserklæringen er tilgjengelig. Dette gjør redokumentering ved eventuell omsetning relativt enkel, sammenlignet med brukte byggevarer uten dokumentasjon.

### 5.3.11 BRANNSLANGESKAP



### Ombrukspotensial: Score



Figur 5-24: Til venstre: Brannslangeskap, bilde fra befaring. Til høyre: Ombrukspotensiale, brannslangeskap.

#### Markedsvurdering

TG 2. Restlevetid: 5-10 år. Brannslangeskap er levert fra produsenten NOHA, og er originale fra byggeår. Det er utført kontroller på skap og slanger i 2019, der tilstanden beskrives som «tilfredsstillende». Den branntekniske analysen fra WSP fører ingen mangler.

Det finnes ikke mye litteratur vedrørende ombruk av denne typen byggevare. I prosjektet KA13 har Entra ombrukt brannslangeskap fra Braathen eiendoms rehabilitering av bygget DEG8 (Lunke, 2019), men der er det altså snakk om skap fra 2008 – ikke 1989. I forbindelse med ombyggingen etter alternativ 2 og 3 må skapene demonteres, og det kan være aktuelt å ombruke dem lokalt i den nye planløsningen. Det er under ti annonser på Finn om salg av brannslangeskap, så det finnes en viss ekstern etterspørsel.

#### Mengde

Antallet fremkommer av branntegninger – tegningene teller syv stykker. Det er ikke funnet informasjon for å beregne vekten på brannslangeskapene – her går det an å ta kontakt med produsent for å få informasjon.

## Demontering og håndtering

Brannslangeskapene er innfelt i vegg, montert fast med skruer/bolter. Skapene kan fint demonteres og håndteres av én person, som ved montering av nye skap<sup>15</sup>. Det vurderes ikke å være andre forhold mht. HMS sammenlignet med håndtering av nye skap.

## Bearbeiding og mellomlagring

Enkel rengjøring. Annet vedlikehold går på kontrollering og trykktesting av slangetrommel, etter fastsatte intervaller jf. NS-EN 671-3:2009 *Faste brannslukkesystemer - Slangesystemer - Del 3: Vedlikehold av slangetromler med formstabil slange og slangesystem med flatslange*. Dette er kun aktuelt dersom brannslangene også ombrukes.

Brannslangeskapene tar ikke mye plass – kan med fordel lagres lokalt, innendørs.

## Redokumentering

[1] Ettersom tilstanden er vurdert som tilfredsstillende under kontroll og av brannteknisk tilstandsanalyse, er det av undertegnede oppfatning at skapenes mål er det eneste man må redokumentere. Ifølge Byggforskserien er det kun krav til plassering og synlighet, som er relevant for skapene (Krohn, 2013). NS-ISO 3864-1:2011 *Grafiske symboler - Sikkerhetsfarger og sikkerhetsskiltter - Del 1: Prinsipper for utforming av sikkerhetsskiltter og sikkerhetsmerking* stiller krav til plassering og utforming av skiltene på skapet. Eksempelvis skal primærfargen være rød mens symbolfargen skal være hvit, og rødfargen skal dekke minst 50 % av skiltet (ISO, 2013, s. 8). På figur 5-24 har brannslangeskiltet gul bakgrunn. Utskifting av enkelte skilt går uansett ikke på bekostning av å ombruke brannslangeskapene.

[2] Harmonisert standard NS-EN 671-1:2012 gjelder kun for brannslangen, ikke brannslangeskapet. Dermed er det ikke krav om CE-merke og ytelseserklæring av brannslangeskapene. Det er ikke sett nærmere på dokumentasjonskravene ved omsetning av brannslangeskap.

NOHA har ikke hatt anledning til å besvare henvendelsene vedrørende opprinnelig dokumentasjon.

---

<sup>15</sup> NOHA produktkatalog: <https://www.noha.no/uploads/2018/05/1-NOHA-utvalgte-produkter-2018.pdf>

## 5.4 MÅLOPPNÅELSE I HENHOLD TIL SVANEMERKET

### 5.4.1 FASILITETER FOR MELLOMLAGRING

I tråd med Svanemerkets kriterier for renovering, krav O3 punkt d), skal det angis fasiliteter for lagring som ikke hindrer ombruk. Her har man to valg:

1. Etablere lagringsplass lokalt på Sørhove: Dører, nødlysanlegg, brannskap.
2. Eksterne lokaler for lagring, fortrinnsvis så nærliggende som mulig: Resterende byggevarer.

Byggevarer som kan demonteres og ombrukes lokalt, eksempelvis dører, kan oppbevares lokalt på Sørhove under bygging. For større kvantiteter som skal ombrukes annensteds bør det etableres eksterne lagringsfasiliteter. Ved lagring eksternt må man helst ha en kjøper klar, slik at leiekostnadene holdes til et minimum.

Det er tatt kontakt med Lillehammer kommune angående fasiliteter som kunne egnet seg for korttids leie av lagringsfasiliteter. De er kjent med at det er flere større arealer i Lillehammer som står tomme, og som kunne være benyttet til dette formålet. Kommunen er ikke i en posisjon til å opplyse om hvilke eiendommer dette er snakk om pga. likebehandling. Ved nærmere avklaringer henvises det til næringssjef i kommunen og leder av sentrum drift – dette er ikke tatt videre i denne oppgaven (personlig kommunikasjon, Lillehammer kommune, 14.05.2020). Ved gjennomføring av Svanemerket renovering må Statsbygg derfor stille krav til entreprenør om å etablere eksterne lagringsfasiliteter – dersom det blir nødvendig.

### 5.4.2 ANDEL OMBRUKBARE BYGNINGSDELER

Krav O31, delkrav 2: Minimum 20 % ombruk ekskludert fasader i vekt, tonn

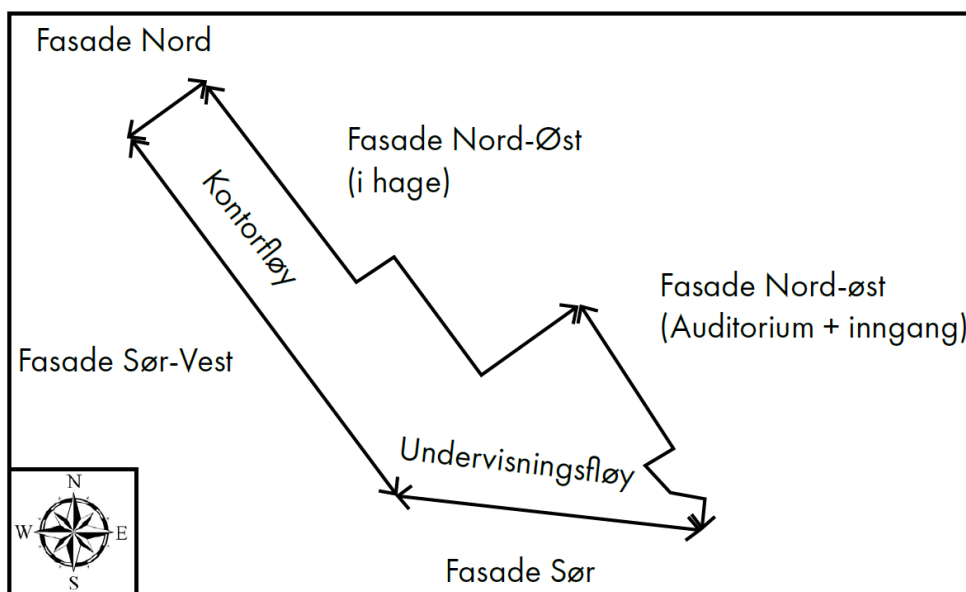
Byggevarer	Alt 1: Rehabilitering	Alt 2: Rehab. + Ombygging	Alt 3: Rehab. + Ombygg. + TEK17
	Vekt (tonn)	Vekt (tonn)	Vekt (tonn)
Ventilasjonskanaler	3,5	3,5	3,5
K-virke fra innervegger	-	6,1	6,1
K-virke fra yttervegger	-	-	6,6
Innerdører	2,3	5,5	5,5
Betongtakstein	-	-	19,2
Mineralullsisolasjon fra vegger	-	2,7	7,1
Sanitærporselen	0,8	0,8	0,8
Nødlysanlegg	-	0,1	0,1
Brannslangeskap	IU	IU	IU
Sum mengde	6,6 tonn	18,7 tonn	48,9 tonn
<b>Minimum ombruk for måloppnåelse (20%)</b>	<b>1,3 tonn</b>	<b>3,7 tonn</b>	<b>9,8 tonn</b>

Tabell 5-18: Måloppnåelse basert på mengdeberegning, krav O31 delkrav 2.

Krav O31, delkrav 3: 50 % ombruk av fasader i areal, m<sup>2</sup>

Fasade	Lengde, m	Høyde, m	Areal, m <sup>2</sup> (L x H)
Nord	9,1	9,3	107 <sup>16</sup>
Nord-øst (i hage)	63,9	6,3	402
Øst (Auditorium + Inngangsparti)	31,1	3,8	118
Sør	30	9	270
Sør-vest	41,4	9,3	409
<b>Sum areal</b>			<b>1306 m<sup>2</sup></b>

Tabell 5-19: Beregnet fasadeareal basert på målt lengde/høyde.



Figur 5-25: Måling av fasader, Sørhove. Egenprodusert figur.

Fasadearealet er beregnet til ca. 1306 m<sup>2</sup>. Av dette er 752 m<sup>2</sup> lettklinker, 217 m<sup>2</sup> kryssfinér, 320 m<sup>2</sup> vindusareal, 17 m<sup>2</sup> ytterdører. For å oppfylle krav nr. 2 må 50 % - 653 m<sup>2</sup> av de gjenværende av fasaden ombrukes lokalt eller annensteds. Resultatene analyseres i kapittel 6.

<sup>16</sup> Medregnet 26 m<sup>2</sup> for skråtaket; se figur 5-19.

## 5.5 ANBEFALINGER TIL OMBRUK

Byggevarer	Ombruks-score	Anbefalt ressursutnyttelse
Ventilasjonskanaler	1,7	Potensial for å ombrukes både lokalt og annensteds. Kapasiteten på kanalnettet er vurdert for lav – delvis ombruk lokalt og annensteds av kanalnettet bør vurderes.
Vinduer	2,1	Antageligvis farlig avfall – omsetning vurderes som utelukket. Delvis ombruk lokalt kan være en mulighet.
Kryssfinér	2,2	Modent for utskiftning – vurderes ikke egnet for lokal ombruk i fasadene. Vurderes ikke egnet for ombruk til formål som byggevarer – kan være egnet som forskalingsbord, e.l.
Konstruksjonsvirke	2,0	Middels ombrukspotensiale. Dersom virket skal rives, har det ombrukspotensial til formål der krav til styrke ikke gjelder (eks. innervegger), eller til bruk som noe annet enn byggevarer. Kan i likhet med kryssfinér være egnet som forskalingsmateriell.
Leca blokker	2,3	Lavt ombrukspotensial; kun lokal ombruk er mulig. Dersom leca-fasaden rives, fordrer videre ressursutnyttelse knusing og bruk til produksjon av nye blokker, anleggsformål e.l.
Innerdører	1,7	Potensial for ombruk både lokalt og annensteds. Brannkrav vurderes mulig å løse ved lokal ombruk – dørkarmer må ivaretas. Dører selger godt i bruktmarkedet.
Betongtakstein	1,4	Høyt ombrukspotensial, både lokalt og annensteds. Må rengjøres grundig før ombruk annensteds; og før videre lokal bruk, for så vidt.
Mineralullsisolasjon	1,8	Har ombrukspotensiale både lokalt og annensteds; dersom veggene rives, kan mineralullsplatene vurderes til lokal ombruk ved etterisolering av tak. Ombruk annensteds avhenger av platenes tilstand – dette er ikke undersøkt.
Sanitærporselen (klosetter og servanter)	1,5	Høyt ombrukspotensial, både lokalt og annensteds. Noe utdatert, men fin stand. Brukt sanitærporselen er en mye solgt ombruksvare.
Nødlisyanlegg	1,6	Under 10 år gammelt – bør brukes videre lokalt. Deler av systemet, som markeringslys og ledelys vurderes å ha potensiale for ombruk annensteds også.
Brannslangeskap	1,6	Skapene er gamle, men i god stand. Har ombrukspotensiale lokalt; ellers er det eksterne marked lite, men eksisterende.

Tabell 5-20: Anbefalinger til ombruk av byggevarer på Sørhove.

## 6 DISKUSJON

I dette kapitlet analyseres og drøftes resultatene fra de to foregående kapitlene opp mot det teoretiske grunnlaget fra kapittel 2. Basert på analysen vil problemstillingen og de medfølgende forskningsspørsmålene besvares. Problemstillingen er altså som følger:

*Hvordan kan byggevarer i eksisterende bygg analyseres for å bidra til økt ombruk i rive- og rehabiliteringsprosjekter?*

Forskningsspørsmålene danner grunnlaget for å besvare problemstillingen. Kapitlet struktureres således etter de tre forskningsspørsmålene:

- 1. Hvordan kan ombruksanalyser gjennomføres for å tilrettelegge økt ombruk av byggevarer?*
- 2. Hvordan kan man vurdere byggevarers ombrukspotensiale i eksisterende bygg?*
- 3. Hvordan kan man redegjøre for dokumentasjonskravene ved ombruk av byggevarer?*

### 6.1 OMBRUKSANALYSE – GJENNOMFØRING OG VURDERING

En grunnleggende forutsetning for å realisere økt ombruk, er at man har tilstrekkelig informasjon om ombruksvarers tilgjengelighet (Sørnes *et al.*, 2014; Nordby, 2018a; Wahlström *et al.* 2019). Ifølge European Commission (2016 og 2018), Wahlström *et al.* (2019) og Deweerdt *et al.* (2020) bør ombruksanalyser inngå som en del av den helhetlige analysen som bør gjennomføres før man river/rehabiliterer eksisterende bygg.

Ved gjennomføring av ombruksanalyser med konkret kartlegging og vurdering av byggevarers egnethet for ombruk, får man en oversikt over tilgjengelige byggevarer før man river/rehabiliterer. På den måten konkretiseres ombrukspotensialet, og byggevarer som blir tilgjengelige som følge av rivingen/rehabiliteringen kan tilgjengeliggjøres for eksterne interessenter i markedet. På den måten øker sannsynligheten for at realiserer ombruk, fremfor at avfallet sendes til gjenvinningsstasjon.

I teorikapitlet er det redegjort for anbefalte fremgangsmåter ved avfallsanalyser og ombruksvurderinger i eksisterende bygg. Med utgangspunkt i Svanemerkets kriterier er det gjennomført en ombruksanalyse av case-prosjektet Sørhove, for å undersøke hvordan teorien kan etterfølges i praksis. Her diskuteres det teoretiske grunnlaget opp mot gjennomføringen i case-studien, for å evaluere fremgangsmåten og komme med egne anbefalinger til prosess for gjennomføring av ombruksanalyser.



### 6.1.1 PROSESS FOR GJENNOMFØRING

Her diskuteres gjennomføringen av ombruksanalysen på Sørhove opp mot det teoretiske grunnlaget, med utgangspunkt i prosessen beskrevet av European Commission (2018):

#### 1. Forberedende studie

I den forberedende studien er det viktig å få innsikt i når, hvordan og med hvilke materialer bygningen ble bygget (Deweerd *et al.*, 2020). I case-studien ble denne innsikten først tilegnet etter befaringen, ved hjelp av dokumenter som ferdigmelding og originaltegninger. Dette var en svakhet med gjennomføringen; men dette ga også verdifull erfaring av hvor viktig en grundig forberedelse er, for å få mest mulig ut av befaringen. Grunnen til at forberedende studier ikke ble gjort grundig nok, var at dokumentasjonen først ble tilgjengeliggjort for undertegnede etter befaringen; undertegnede fikk da tilgang til driftskontorets filsystemer, og fikk sendt over relevant FDVU-dokumentasjon til egen PC.

Dersom man har informasjon om når ulike byggevarer er produsert på et tidlig tidspunkt, vil dette gjøre ombruksanalysen mer effektiv. Dette fordi innhold av uønskede stoffer i eksempelvis vinduer og murpuss (NHP-nettverket, 2015a og b) og forekomst av asbest i bygninger (Valde og Ottesen, 2017) kan fastslås basert på dokumenterte tidsperioder. Jo tidligere man får denne informasjonen jo bedre; da slipper man å bruke tid og ressurser på å vurdere ombrukspotensialet for byggevarer som i ettertid viser seg å være farlig avfall, og ikke kan ombrukes.

#### 2. Befaring

Formålet med befaringen er å gjøre visuelle inspeksjoner av byggevarerne som påvirkes av rive- eller rehabiliteringsprosjektet, og som potensielt kan ombrukes (European Commission, 2018). Erfaringene fra gjennomføring på Sørhove, er at man bør sette seg grundig inn i byggeprosjektet før befaringen. Hvis man allerede i den forberedende studien har tilgjengelig informasjon om byggeår, materialbruk, samt tilgang til gjennomførte tilstandsanalyser og miljøkartlegging, har man et godt grunnlag for å kunne fokusere befaringen på de virkelig potensielle ombruksvarene i bygget. Befaringen i case-studien ble litt generell i så måte, fordi prosjektdokumentasjon først ble tilgjengelig etter befaringen. Ettersom case-prosjektet var i Lillehammer og undertegnede var bosatt i Trondheim, ble det av ressursmessige årsaker kun gjennomført én befaring. I ettertid er det åpenbart at det ville vært en fordel å gjennomført flere befaringer, for å ta nye bilder av spesifikk tiltrengt informasjon. Eksempelvis ved fotografering av toaletter, bør man fotografere id-nummeret på foten av klosettet; dette var ikke undertegnede klar over før i ettertid. Basert på erfaringene fra case-studien, anbefales det at ansvarlig aktør for analysen har enkel tilgang til bygget for gjentatte befaringer ved behov.

Befaringen er en anledning til å gjennomføre prøvetaking av byggevarer man mistenker å ha innhold av helse- og miljøfarlige stoffer. Da undertegnede var på befaring, hadde miljøkartlegging og tilstandsanalyse allerede blitt gjennomført. Ifølge Nordby og Wærner (2017) bør mulighetsstudien knyttes til teknisk tilstandsanalyse og miljøkartlegging. I Svanemerkets kriterier for renovering skal resultatene fra tilstandsanalyse og miljøkartlegging hensyntas i den endelige ombruksvurderingen (Nordisk Miljömärkning, 2019). EUs retningslinjer gir tydelige føringer om at identifisering og en plan for forsvarlig håndtering av farlig avfall bør foreligge før eventuelle ombruksvurderinger (European Commission 2016, 2018 og 2020a).

### 3. Ombrukskartlegging

Beregning av genererte avfallsmengder er en viktig del av innledende kartleggingsarbeid ved riving og rehabilitering (European Commission, 2016, 2018 og 2020; Deweerdt et al., 2020), og ved Svanemerket renovering er dette påkrevd (Nordisk Miljömärkning, 2019). I case-studien er det i stor grad benyttet arkitekttegninger til å måle og beregne mengder. Dette vurderes som tilstrekkelig nøyaktig i en innledende estimering som her, men også unødvendig ressurskrevende. Etter hvert som bygningsinformasjon blir digitalisert, vil slike mengdeberegninger kunne gjøres langt enklere, da man kan hente ut konkrete mengdelister av byggevarene rett ut fra digitale modeller, fremfor å måle «manuelt» på tegninger. For å tilrettelegge fremtidig ombruk i større grad, er det etter undertegnedes oppfatning at krav til mer omfattende FDVU-dokumentasjon vil bidra til raskere og mer nøyaktig mengdeberegning.

I case-studien er det ved flere estimeringer benyttet originaldokumentasjon fra 1988-89. Ifølge European Commission (2018) vil det være viktig å inkludere dokumentasjon fra driftsfasen i den forberedende studien, som kan vise bygningsmessige endringer som er gjort etter at originaldokumentasjonen ble produsert. Dette påvirker også mengdeberegningene og produktinformasjonen som gis i ombruksanalysen. På Sørhove er det gjort flere endringer i planløsningen som undertegnede ikke fant godt dokumentert, og som ville påvirket en fullstendig ombruksanalyse. En mer oversiktlig og komplett dokumentlagring ville gjort at all relevant informasjon ble tilegnet tidlig i prosessen, helst før befaringen. Dersom dokumentasjonsgrunnlaget er dårlig, avhenger en god ombruksanalyse av å utnytte kunnskapen til de som jobber på driftsavdelingen og kjenner bygget, slik at informasjonen blir satt i system og gjort oversiktlig.

Ombrukskartlegging er mer enn bare mengder; nødvendig informasjon for å identifisere byggevaren i bygget bør inkluderes (European Commission, 2018; Deweerdt et al., 2020). Ombrukskartleggingen i vedlegg 1 er basert på NS 3451 bygningsdelstabellen, og gir informasjon om bl.a. tilstandsgrad fra tilstandsanalysene, antall, dimensjoner, vekt, areal

og gjeldende harmonisert standard. I tråd med European Commission (2018) og Deweerdt *et al.* (2020) er graden av detalj tilpasset innhentet informasjon; dette kan suppleres i ettertid.

#### 4. Vurdering: Ombrukspotensiale

I tråd med det teoretiske grunnlaget, vil det være nødvendig med en vurdering av byggevarenes tilstand og forekomster av helse- og miljøfarlige stoffer, før man gjennomfører ombruksanalyser. Dette viste seg også i case-studien, da tilstandsanalyser og miljøkartlegging allerede var gjennomført på Sørhove. Dette gjorde kartleggingen og vurderingen av byggevarer i ombruksanalysen mer effektiv og presis. Eksempelvis gjorde den branntekniske analysen undertegnede oppmerksom på at de fleste innerdørene hadde behov for utbedring ved lokal ombruk på grunn av manglende brannsikkerhet, og tilstandsanalysen bidro med nyttige vurderinger av hvorvidt byggevarenes restlevetid kunne forsvare ombruk som tiltak. Basert på erfaringene her, bør tilstandsanalyse og miljøkartlegging sees i sammenheng med ombruksanalyser fra starten av. Vurdering av ombrukspotensiale er ytterligere diskutert i 6.1.2.

#### 5. Sluttrapport med anbefalinger

Basert på vurderingene i forrige steg kan man gi en anbefaling til avfallshåndtering. I case-studien er det fokusert på ombruk lokalt og annensteds i tråd med Svanemerkets kriterier, og vurderingskriteriene i steg fire definerer også hvor detaljert og helhetlig anbefalingene som kan gis er. Ingen av kildene undersøkt i denne oppgaven sier noe om når man bør redegjøre for dokumentasjonskrav i en ombruksanalyse. Rapporten *Forsvarlig ombruk av byggevarer* (Kilvær *et al.*, 2019) og erfaringene fra KA13 viser at dokumentasjonskrav alene kan hindre ombruk av byggevarer, og at det spesielt ved omsetning av byggevarer er krevende å gjennomføre ombruk dersom opprinnelig dokumentasjon ikke er mulig å fremskaffe (personlig kommunikasjon, KA13, 14.05.2020). I fremtidige ombruksvurderinger bør dokumentasjonskrav være et fokus helt fra starten, mht. utredning av mulig ombruk av byggevarer- og materialer, også til alternative formål foruten bruk i byggverk.

Sluttrapporten bør omfatte en generell beskrivelse av prosjektet, og redegjøre for brukt metode i analysen (European Commission, 2018). Hva angår sluttrapport ved Svanemerket renovering, legger ikke Svanemerket noen føringer til bruk av dokumentmal, blankett e.l., så lenge rapporten inneholder nødvendig informasjon (personlig kommunikasjon, Svanemerket, 02.03.2020). I denne oppgaven er sluttrapporten kapittel 5, der vedlegg 1 og 2 viser selve ombrukskartleggingen og vurderingen av ombrukspotensiale.

Svanemerkets kriterier krever at man angir fasiliteter for mellomlagring – det er ikke gjort i denne case-studien. Dersom Statsbygg ønsker å gå videre med Svanemerkets kriterier, må det stilles krav til at dette redegjøres for før rehabiliteringsarbeidene starter. Ifølge Lillehammer kommune (personlig kommunikasjon, 12.05.2020) er det flere egnede lagerfasiliteter i sentrum for korttidslagring av byggevarer.

#### 6.1.2 VURDERING AV OMBRUKSPOTENSIALE

Det er mange parameter som påvirker ombrukspotensialet til byggevarer (Sørnes *et al.* 2014; Nordby 2018b; Kilvær *et al.*, 2019; Deweerdt *et al.*, 2020). Ifølge Deweerdt *et al.* (2020) kan byggevarers ombrukspotensiale vurderes ved bruk av to metodikker; enten basert på erfaringer fra andre prosjekter, eller ved å følge en forhåndsdefinert sjekklister med relevante parameter.

Ved vurdering av byggevarenes egnethet i denne case-studien, er det definert et sett med parameter for å vurdere byggevarenes egnethet for ombruk basert på erfaringer fra andre prosjekter. Vurderingen er avgrenset til å omfatte parameter som undertegnede har vurdert som avgjørende for å muliggjøre ombruk i praksis; eksempelvis er det ikke analysert hvor lønnsomt eller klimavennlig tiltaket er i praksis. Selv ved en avgrenset vurdering av 12 byggevarer, er det tydelig at slike vurderinger krever et tverrfaglig nedslagsfelt, kombinert med inngående kunnskap om et bredt sortiment av byggevarer. Dersom ombruksanalyser skal utføres av nye/ulike aktører fra prosjekt til prosjekt, er det etter undertegneds oppfatning at det å utdanne «ombruksekspert», som kan bistå med slike vurderinger på et kontinuerlig høyt nivå, er langt mer effektivt. Ved miljøkartlegging stilles det krav til nødvendig kvalifisert/kompetent personell (Wærp, 2018). Dette bør også være tilfellet ved ombruksanalyse, for å sikre gode nok vurderinger. Etter hvert som flere ombruksanalyser gjennomføres, bør det også være mulig å sammenfatte empirien fra disse analysene, slik at man kan danne standardiserte vurderinger av mye brukte byggevarer basert på erfaringsmessige funn, og derav effektivisere ombruksanalyser.

Vurderingskriteriene hentet inspirasjon fra den danske rapporten *Potensielt salg av genbrugsmaterialer* (Roigart *et al.*, 2018). Kriteriene fra den rapporten bygger på salg av brukte byggematerialer fra en gjenvinningsstasjon tilknyttet et avfallsmottak; kriteriene sier altså noe om byggevarenes videresalgspotensiale fra den gitte gjenvinningsstasjonen. Kriteriene kunne derfor ikke brukes direkte i denne ombruksanalysen, men kunne modifiseres til å svare ut det ønskede resultatet. Endringene som ble gjort baserte seg på forutsetninger for å kunne ombruke de ulike byggevarene, som beskrevet i kapittel 2, samt spesifikke litteratursøk på hver enkelt byggevare. Dermed ble kategoriene markedsvurdering, demontering, håndtering, mellomlagring og bearbeiding.

Én av de viktigste forutsetningene for å kunne ombruke byggevarer, utelates fra ombrukscoren: Muligheten for å redokumentere iht. gjeldende lov- og regelverk. Dette ble gjort for å konkretisere ombrukspotensialet til byggevarene, uavhengig av dokumentasjonskravene. Ettersom dokumentasjonskravene ved omsetning jf. Byggevareforordningen kan hindre ombruk av egnede byggevarer, ble det vurdert som hensiktsmessig å belyse ombrukspotensiale uavhengig av dette. Da kan det undersøkes om byggevarene kan benyttes til nyttige formål utenfor byggets fire vegger, til formål der hverken Byggevareforordningen eller TEK17 har virkning. Uansett, bør dokumentasjonskravene være et fokus fra starten av vurderingsprosessen, slik at det lovmessige mulighetsrommet for ombruk kan avklares på et tidlig tidspunkt.

For å fastslå de ulike byggevarenes egnethet innen hver parameter, ble det som nevnt gjennomført spesifikke litteratursøk på byggevarene. Informasjon vedrørende håndtering, mellomlagring og bearbeiding ligger ofte ute på produsentenes nettsider; selektiv riving for ombruk er tross alt en motsatt prosess av opprinnelig byggemetode, som det ble påpekt i kapittel 2.3.3 (Norsas, 1999). Flere av parameterne er dermed gitt score basert på forutsetninger for opprinnelige monteringsprosesser. Dette vil utgjøre en mulig feilkilde for vurderingene, men ikke for vurderingsmetoden.

## 6.2 OPPFYLLELSE AV SVANEMERKETS KRAV, SØRHOVE

Svanemerket har i motsetning til BREEAM-NOR tallfestede krav til ombruk av byggevarer (20 % og 50 %) for å oppnå sertifisering, gitt at øvrige krav innfris. Ellers er fremgangsmetoden for å kartlegge og vurdere byggevarers egnethet for ombruk lik for de to miljøsertifiseringene, og medfører omtrent samme prosess sammenlignet med om man følger EUs retningslinjer ved ombruksanalyse. Således kan ombruksanalysen i kapittel 5 gi overførbare funn, mht. hvordan ombruksanalyser kan gjennomføres, uavhengig av om man følger miljøsertifisering eller ei.

Ved Svanemerket reovering er kravet om ombruksanalyse obligatorisk, i motsetning til i BREEAM-NOR, etter krav O3. Kravet kulminerer i en plan for ressursutnyttelse (i denne oppgaven omtalt ombrukskartlegging), der byggevarer som vurderes egnet til ombruk beskrives med estimerte mengder og angitt fasilitet for lagring. De tallfestede delkravene i krav O31 *Ressurseeffektive materialvalg* om 50 % ombruk i fasader og 20 % ombruk av bygningsdeler ekskl. fasader, er dog ikke fullt ut obligatoriske å innfri. Dette er bare to av seks delkrav, og for å oppfylle krav O31 må minst tre delkrav innfris; som i praksis betyr at man ikke trenger å oppfylle delkravene til ombruk (Nordisk Miljömärkning, 2019, s. 33). Man kan altså oppfylle tre av de andre kravene, og fortsatt Svanemerke

renoveringsprosjektet – samtidig som man har gjennomført en ombruksanalyse som tilrettelegger for ombruk av byggevarer.

#### 6.2.1 BYGGEVARERENES INNVIRKNING PÅ KRAV O31 - SØRHØVE

Ombruksanalysen i kapittel 5 peker ut byggevarerne som vil være viktigst å ombruke mht. måloppnåelse i krav O31, dersom Sørhøve skal sertifiseres etter Svanemerkets kriterier for renovering. I dette kapittelet analyseres resultatene fra mengdeberegningene, for å beskrive mulige kombinasjoner av tiltak som kan bidra til å innfri kravet. Tabellen under viser estimerte mengder for de vurderte byggevarerne etter de tre alternativene, og minimum mengde som må ombrukes for å innfri de to delkravene i krav O31.

BYGGEVARE	ALTERNATIV 1: Rehabilitering		ALTERNATIV 2: Rehab. + ombygging		ALTERNATIV 3: Rehab. + ombygg. + TEK17	
	<i>Svanemerket, O31 punkt 2 (20% vekt materialer, tonn)</i>	<i>Svanemerkets O31 punkt 3 (50 % areal fasade, m<sup>2</sup>)</i>	<i>Svanemerket, O31 punkt 2 (20% vekt materialer, tonn)</i>	<i>Svanemerkets O31 punkt 3 (50 % areal fasade, m<sup>2</sup>)</i>	<i>Svanemerket, O31 punkt 2 (20% vekt materialer, tonn)</i>	<i>Svanemerkets O31 punkt 3 (50 % areal fasade, m<sup>2</sup>)</i>
Ventilasjonskanaler	3,5	-	3,5	-	3,5	-
Vinduer	-	320	-	320	-	320
Kryssfinér	-	217	-	217	-	217
K-virke (innervegg)	-	-	6,1	-	6,1	-
K-virke (yttervegg)	-	-	-	-	6,6	-
Sum K-virke					12,7	
Leca	-	-	-	-	-	752
Innerdører	2,3	-	5,5	-	5,5	-
Ytterdører	-	9,0	-	13,2	-	13,2
Betongtakstein	-	-	-	-	19,2	-
Mineralull	-	-	2,7	-	7,1	-
Sanitærporselen	0,8	-	0,8	-	0,8	-
Nødløsanlegg	0,1	-	0,1	-	0,1	-
Brannslangeskap	IU	-	IU	-	IU	-
<b>SUM MENGDE</b>	<b>6,6 tonn</b>	<b>546 m<sup>2</sup></b>	<b>18,7 tonn</b>	<b>550,2 m<sup>2</sup></b>	<b>48,9 tonn</b>	<b>1302,2 m<sup>2</sup></b>
<b>MINIMUM OMBRUK FOR OPPFYLLELSE</b>	<b>1,3 tonn</b>	<b>273 m<sup>2</sup></b>	<b>3,7 tonn</b>	<b>275,1</b>	<b>9,8 tonn</b>	<b>651,1 m<sup>2</sup></b>

Tabell 6-1: Måloppnåelse iht. Svanemerket etter alternativ.

## 6.2.2 MINIMUM 20 % OMBRUK EKSKLUDERT FASADER I VEKT, TONN

### Alternativ 1

Krav til ombruk: Minimum 1,3 tonn. Her kan kravet med sikkerhet innfris dersom ventilasjonskanaler (3,5 tonn) eller innerdører (2,3 tonn) ombrukes. Dersom ingen av disse ombrukes, blir det vanskeligere. Sanitær og nødlys utgjør bare 0,9 tonn til sammen – dvs. at de syv brannslangeskapene som er kartlagte må veie 0,4 tonn, dersom kravet skal innfris. Da skapene ifølge produsenten NOHA har lav nok vekt til å håndteres av én person, kan man ta 400 kg/7 stk. = 57 kg, og spørre seg om dette er håndterbart for én person – trolig ikke. Det er derfor fornuftig å anta at skapene veier langt mindre enn 0,4 tonn til sammen – dette må som nevnt undersøkes med produsent, NOHA.

### Alternativ 2

Krav til ombruk: Minimum 3,7 tonn. Alternativ to medfører store mengder konstruksjonsvirke (6,6 tonn), innerdører (5,5 tonn) og mineralull (2,7 tonn) som følge av at nærmest alle lettvegger rives. Får man til å ombruke én av disse byggevarene, er kravet på 3,7 tonn fint innen rekkevidde. Dersom man ikke klarer å ombruke noe av dette, kan måloppnåelsen innfris ved to utfall:

1. Kanalnett (3,5 tonn), nødlyssystem (0,1 tonn) og (IU) ombrukes; Brannslangeskapene antas å veie over 0,1 tonn til sammen: over 3,7 tonn.
2. Kanalnett (3,5 tonn) og sanitærporselen (0,8 tonn) ombrukes: 4,3 tonn.

### Alternativ 3

Krav til ombruk: Minimum 9,8 tonn. Betongtaksteinen veier 19,2 tonn, konstruksjonsvirke og mineralull fra yttervegger og innervegger utgjør henholdsvis 12,7 og 6,3 tonn. Dersom ingenting av dette ombrukes, kan man innfri kravet ved å ombruke hele kanalnettet (3,5 tonn), alle innerdører (5,5 tonn) og alt sanitærporselen (0,8 tonn). I beregningen av alternativ 3 er det dog tatt med en usikkerhet i beregningen:

Ved oppfyllelse av prosentvis ombruk basert på vektfordeling, vil generelt de største bidragene komme fra fundamenter og bærende elementer – som jo bevares på Sørhove. Ettersom ingen av alternativene på Sørhove omfattet riving av disse bygningsdelene, ble disse utelatt fra måloppnåelsen i denne studien. Ved senere ombruksanalyser må det avklares hvorvidt måloppnåelse jf. krav O31 begrenser seg til det som omfattes av prosjektets endelige omfang, eller om hele bygget skal medregnes. Svanemerkets rådgivere er imøtekommende med praktiske spørsmål og tvetydigheter i kriteriene, men er foreløpig usikre på hvordan dette skal tolkes fra prosjekt til prosjekt.

Det vil derfor være diskutabelt hvorvidt betongtaksteinen skal inngå i beregningen eller ikke. Alternativ 3 omfatter etterisolering av saltaket der taksteinen ligger, men slik isolering medfører i praksis ikke et behov for å demontere og reparere taksteinen. Hvordan disse nyansene skal vurderes ved beregning av måloppnåelse, er Svanemerket som sagt ikke 100 % sikre på. Dersom Statsbygg går videre med alternativ 3, er betongtaksteinen i det minste tatt høyde for her – og dersom dette i etterkant viser seg å være ukorrekt, kan 19,2 tonn fra mengdekravet fjernes.

Dette ville gitt et nytt bilde av ulike tiltak for å innfri måloppnåelsen: Ny totalvekt ville da vært 29,7 tonn, og minimumsvekt for å innfri delkravet ville vært på 5,9 tonn, istedenfor 9,8 tonn. Da ville det vært tilstrekkelig å ombruke innerdører (5,5 tonn) og sanitærporselen (0,8 tonn), kun mineralullisolasjon (7,1 tonn), kun k-virke fra innervegger (6,1) eller kun k-virke fra utfyllingsvegger (6,6 tonn).

### 6.2.3 50 % OMBRUK AV FASADE I AREAL, M<sup>2</sup>

#### Alternativ 1 og 2

Krav: 273 m<sup>2</sup> (alt 1) og 275 m<sup>2</sup> (alt 2). Alternativene sammenstilles, fordi de medfører tilnærmet samme krav. Delkravet avhenger av kryssfinér, vinduer og leca blokker – ytterdører utgjør bare 9-13 m<sup>2</sup> av fasadearealet, og er grunnen til den marginale forskjellen i kravene. Dette kan dog vise seg utslagsgivende for måloppnåelsen for alternativ 1 og 2.

Ettersom Lecaen bevares i alternativ 1 og 2, og derfor utelates fra beregningene her, er måloppnåelsen for alternativene helt avhengig av at noen av vinduene ombrukes: 320 m<sup>2</sup> vindusareal ligger godt over kravet på 275 m<sup>2</sup>. Ettersom vinduene har høy u-verdi og er klassifisert som farlig avfall etter miljøsaneringsbeskrivelsen fra WSP (og derav ikke kan ombrukes annensteds), kan man se på muligheten for å gjennomføre lokal ombruk av noen av vinduene. På KA13 kombinerte man bruk av ombruksvinduer med høy U-verdi og nyere vinduer med lavere U-verdi, for å imøtekomme energikravene jf. TEK17 (personlig kommunikasjon, KA13, 14.05.2020).

Etter VTEK til § 14-2 og 14-3 tillates det en omfordeling av kravet til U-verdi, som gjør at man i teorien kan gjennomføre lokal ombruk av enkelte vinduer, gitt at det samlede varmetapstallet for vindusarealet er innenfor kravet. Hvorvidt dette lar seg gjennomføre på Sørhove i et omfang som oppfyller kravet til 50 % ombruk i fasaden, kan illustreres ved å gjøre en enkel U-verdiberegning:

Dersom alt av kryssfinér og ytterdører ombrukes i alternativ 1, gir dette 226 m<sup>2</sup> avhengig av alternativ. For å innfri kravet på 273/275 m<sup>2</sup> må det ombrukes et vindusareal



tilsvarende 47 m<sup>2</sup>. For at vindusarealet på Sørhove skal ha en snittverdi i tråd med kravet til U-verdi jf. TEK17, må følgende forutsetning være oppfylt:

$$\frac{\left\{ \left( 47 \text{ m}^2 \cdot 2,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right) + \left( 273 \text{ m}^2 \cdot U_{\text{nye vinduer}} \right) \right\}}{320 \text{ m}^2} \geq 1,2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$
$$\rightarrow U_{\text{nye vinduer}} \leq 0,98 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

De nye vinduene må ha en U-verdi på maks 0,98 W/m<sup>2</sup>K for at vindusarealet totalt sett har en snittverdi under 1,2 W/m<sup>2</sup>K i tråd med kravet i TEK17, forutsatt at de ombrukte vinduene har en gjennomsnittlig U-verdi på 2,5 W/m<sup>2</sup>K. Dette er gjennomførbart, men medfører at de nye vinduene må ha bedre U-verdi enn minstekravet på 1,2; det er fordyrende.

Ved beregning av fasadekravet, er det i utgangspunktet ikke tenkt at vindusareal skal være med – selv om dette ikke er spesifisert eksplisitt i Svanemerkets kriterier (personlig kommunikasjon, Svanemerket, 01.06.2020). Dersom vinduene må tas ut fra beregningen på Sørhove, vil måloppnåelsen være avhengig av ombruk av kryssfinér. For alternativ 1 og 2 vil det også være et spørsmål om hvorvidt lecaen skal medregnes, da utskifting av leca blokker ikke er et tiltak her. Som tabell 6-1 viser er leca blokkene kun medregnet i alternativ 3. Dette må avklares med Svanemerket, dersom Svanemerkets kriterier benyttes på Sørhove.

### Alternativ 3

Krav: 550 m<sup>2</sup>. I alternativ 3, avhenger måloppnåelsen i stor grad av lokal ombruk av leca blokkene, da det ikke er praktisk mulig å demontere og ombruke annensteds (per i dag). Leca blokkene utgjør nesten 58 % av fasaden, og vil alene bidra til å oppfylle kravet til 50 % ombruk. Samtidig betyr det at dersom lecaen rives, ryker måloppnåelsen også – gitt at all lecaen rives, riktignok. Dersom lecaen rives, kan det gjenbrukes til anleggsformål eller produksjon av nye produkter; men da snakker man om nedsirkulering, og dette kvalifiserer ikke til å imøtekomme kravet om ombruk (personlig kommunikasjon, Svanemerket, 06.05.2020).

Dersom det gjøres et forskningsprosjekt e.l. for å sage ut felter av leca blokker, som man gjorde med teglstein i *Resourcerækkerne*, kan man sikre videre ressursutnyttelse av leca-blokkene. Dette vil allikevel ikke bidra til måloppnåelsen for ombruk, da dette er en form for oppsirkulering; men gjenvinningsraten vil gå opp. Dersom gjenvinning av leca blir en målsetting i prosjektet, vil uansett en nedsirkulering som nevnt over være det rasjonelle valget for rehabiliteringsprosjektet, da det fordrer konvensjonelle rivemetoder og leveranse på avfallsmottak – og gir samme gjenvinningsrate som en dyr oppsirkulering.

### 6.3 DOKUMENTASJONSKRAV VED OMBRUK AV BYGGEVARER

Ved omsetning og bruk av byggevarer gjelder det samme lov- og regelverket, uavhengig av om byggevarerne er nye eller brukte. Regelverket er først og fremst laget for å sikre at bygninger er gode, varige og sikre å oppholde seg i. (Marton, 2020)

Det norske regelverket DOK gjennomfører EUs Byggevareforordning i Norge. Denne må følges, og det kan ikke gjøres nasjonale unntak fra den. Byggevareforordningen er under endring i EU, og Norge deltar aktivt i denne prosessen (personlig kommunikasjon, DiBK, 17.04.2020). Men slike prosesser tar tid, og dersom man ønsker å gjennomføre ombruk i dag, må det utarbeides prosedyrer for å gjøre dette iht. gjeldende rammeverk. (Marton, 2018)

Utgangspunktet for å omsette og bruke en byggevare er generelt som følger: Ved omsetning av byggevarer må det utarbeides en ytelseserklæring, og byggevaren må CE-merkes iht. Byggevareforordningen, dersom den omfattes av en harmonisert teknisk spesifisering (DiBK, 2014). Harmoniserte tekniske spesifikasjoner er harmoniserte standarder eller europeiske bedømmelsesdokumenter (EAD).

I tillegg må alle byggevarer som planlegges brukt i byggverk, ha dokumentasjon som viser at de tilfredsstillers funksjonskravene som gjelder for det formålet de tenkes brukt til, jf. TEK17 (DiBK, 2017). Slik dokumentasjon omfatter som regel tegninger, beskrivelser, produktdokumentasjon, analyser, beregninger, m.m. Samlet sett skal dokumentasjonen bevise at kravene i både Byggevareforordningen og TEK17 er oppfylt. (DiBK, 2020)

For å redegjøre for dokumentasjonskravene for en gitt byggevare, kan man starte med å redegjøre for tiltakets rammer: Omsettes byggevaren, gjelder Byggevareforordningen og TEK17. Ombrukes byggevaren under samme eierskap, frafaller kravet om ytelseserklæring og CE-merking etter CPR – og man må kun påse at byggevaren tilfredsstillers TEK17. Vedrørende dokumentasjonsprosessen i slike tilfeller kom følgende spørsmål i retur under intervjuet med DiBK: *«hvordan skal man dokumentere at byggevaren tilfredsstillers kravene i TEK17 når man ikke har noen ytelseserklæring?»* Slik undertegnede tolker det, kan dette dokumenteres ved bruk av harmoniserte prøvingsmetoder, gjennomført av godkjent foretak. For å redegjøre hvordan dette i praksis må gjennomføres ved ombruk, må de harmoniserte standardene for den gitte byggevaren undersøkes eksplisitt.

Det best dokumenterte mulighetsrommet ved omsetning av brukte av byggevarer, er tiltak der byggevaren ble omsatt før Byggevareforordningen trådte i kraft, og man omsetter byggevaren i tråd med artikkel 66 *Overgangsbestemmelser*. Bruk av bestemmelsen avhenger dog av at man evner å fremskaffe dokumentasjon på at gjeldende dokumentasjonskrav ble fulgt ved opprinnelig omsetning.

I case-studien ble det kontaktet fem produsenter og ett kontrollorgan i forsøk på å fremskaffe opprinnelig dokumentasjon, med blandet hell. Resultatet av henvendelsene viser i det minste hvor krevende det kan være å fremskaffe dokumentasjon for produkter produsert en god stund tilbake i tid; utskifting av lagringssystemer, nedleggelse av fabrikker og mangelfull og uoversiktlig dokumentlagring er noen av grunnene som er gitt som forklaring på hvorfor dokumentasjon fra 1989 ikke er mulig å fremskaffe.

Gitt at man klarer å fremskaffe opprinnelig dokumentasjon, er det likevel ikke fritt frem å omsette byggevaren etter overgangsbestemmelsene. Dersom byggevarens egenskaper endres før omsetning, omfattes man av produsentforpliktelsene jf. artikkel 15, og må dokumentere byggevaren som ny. Hvorvidt det må dokumenteres eller sannsynliggjøres at byggevaren ikke er endret, har blitt omtalt som et åpent spørsmål, basert på tidligere vurderinger av regelverket (Kilvær *et al.*, 2019, s. 114) (Nyland og Apelseth, 2019, s. 5).

I intervjuet med DiBK ble det stilt spørsmål om akkurat dette: Når anser man en byggevare for å være endret, og hvordan dokumenterer man at den ikke er det? Ifølge DiBK anses byggevaren i praksis å være endret, dersom den har vært i bruk. Det vil si at man ved ombruk av brukte byggevarer alltid må dokumentere med relevante harmoniserte prøvingsmetoder, at egenskapene samsvarer med opprinnelig deklarererte egenskaper. I prosjektet KA13 ble dette gjort ved ombruk av hulldekker – og ettersom hulldekker er bestandige materialer og beviselig eldes relativt likt over tid, kunne man etablere prosedyrer for å gjennomføre destruktiv testing på et representativt utvalg, og kvalitetssikre resterende hulldekker ved ikke-destruktive prøvingsmetoder (Kilvær *et al.*, 2019, s. 51). Dette er dog et særtilfelle, og hvorvidt disse prosedyrene kan overføres til andre byggevarer avhenger av hvordan andre typer byggevarer endres over tid.

Ombruk av konstruksjonsvirke er et eksempel der det ikke lar seg gjøre å gjennomføre destruktiv testing etter harmoniserte prøvingsmetoder, og dokumentere vesentlige egenskaper. Selv om testmetodene i prøvingsstandardene for så vidt alltid er basert på nye produkter, avhenger testmetodenes anvendelse på ombruksvarer av hvordan ulike byggevarer endres over tid. Trevirke endrer seg så mye over tid, at testmetodene for å styrkesortere og fastslå trevirkets fasthetsklasse, gir ugyldige resultater. (personlig kommunikasjon, Treteknisk, 11.05.2020)

Den eneste måten å fastslå den spesifikke prosess for redokumentering ved ombruk, er altså å se på hver enkelt byggevares harmoniserte standard, for å definere hva som er byggevarens vesentlige egenskaper, og hvordan prøvingsmetodene for å fastslå disse egenskapene kan gjennomføres i praksis. Basert på dette, kan det undersøkes hvorvidt standardene tilrettelegger dokumentering av brukte byggevarers vesentlige egenskaper eller ikke.

### 6.3.1 STUDIE AV HARMONISERTE STANDARDER

Litteraturstudien ga ulike svar på antallet harmoniserte standarder; Ifølge DiBK er det om lag 500 harmoniserte standarder (DiBK, 2013b), ifølge en oversikt fra EU er tallet 443 (European Commission, 2019) og i en liste fra Standard Norge er tallet 436 (Standard Norge, 2020). Under webinaret med NHP-nettverket (personlig kommunikasjon, 02.06.2020) mente møteverten å ha avdekket at det per i dag er 441 harmoniserte standarder. Basert på dette kan en presis påstand være at det finnes om lag 440 harmoniserte standarder per i dag.

Intervjuet med Treteknisk ga innsikt i et hinder for ombruk i den harmoniserte standarden for styrkesortert virke (konstruksjonsvirke). Ettersom testmetoden bygger på omfattende, maskinell testing av nye materialer, er det ikke mulig å bruke de standardiserte sorteringsmaskinene for å fastslå vesentlige egenskaper til brukte materialer. Trevirke vil endre egenskaper over tid på en måte man ikke har oversikt over; derfor må det utvikles en prosedyre for å teste og dokumentere styrken til ombrukt konstruksjonsvirke på en sikker måte, og utarbeide en EAD/ETA-ordning eller en Teknisk godkjenning basert på dette. Samme problemstilling gjelder også ved visuell styrkesortering: Metoden bak visuell styrkesortering går på sortering av nytt virke – og det kan være indre skader/belastninger eller skruer/spiker som påvirker trevirkets egenskaper utover det man kan vurdere visuelt. Utarbeiding av slike tekniske dokumenter tar lang tid, og ifølge Treteknisk og aktører fra NHP-møtet vil det være mer fornuftig å ombruke trevirke til formål der dokumentasjonskravene fra CPR/TEK unngås, per i dag.

Som regel angir de harmoniserte standardene et system for produksjonskontroll i fabrikk (Nyland og Apelseth, 2019). Kilvær *et al.* (2019) omtaler prosedyrene for produksjonskontroll i fabrikk (FPC) som et hinder i flere av de harmoniserte standardene, eksempelvis for hulldekker og teglstein. Det er da snakk om prosedyrer for kvalitetssikring ved nyproduksjon og produksjonsrutiner, som vil være svært krevende å etterfølge ved ombruk (Kilvær *et al.*, 2019, s. 54). *Gamle Mursten* brukte tre år på å utvikle en EAD der tilvirkningsprosessen og FPC-systemet muliggjør testing og dokumentering av brukte mursten iht. de harmoniserte prøvingsmetodene. Per i dag er dette den eneste EAD for brukte byggevarer.

Erfaringene med konstruksjonsstål, viser at ikke alle harmoniserte standarder utelukker ombruk i lik grad. Rapporten *DP118* og erfaringer fra KA13 viser at det er mulig å etablere prosedyrer for å dokumentere ombruksstål etter NS-EN 1090; på bakgrunn av dette vurderte undertegnede det som nødvendig å undersøke de harmoniserte standardene for de vurderte byggevarerne i case-studien, for å bekrefte hvorvidt standardene åpnet opp for prøving og dokumentering av brukte produkter eller ei.

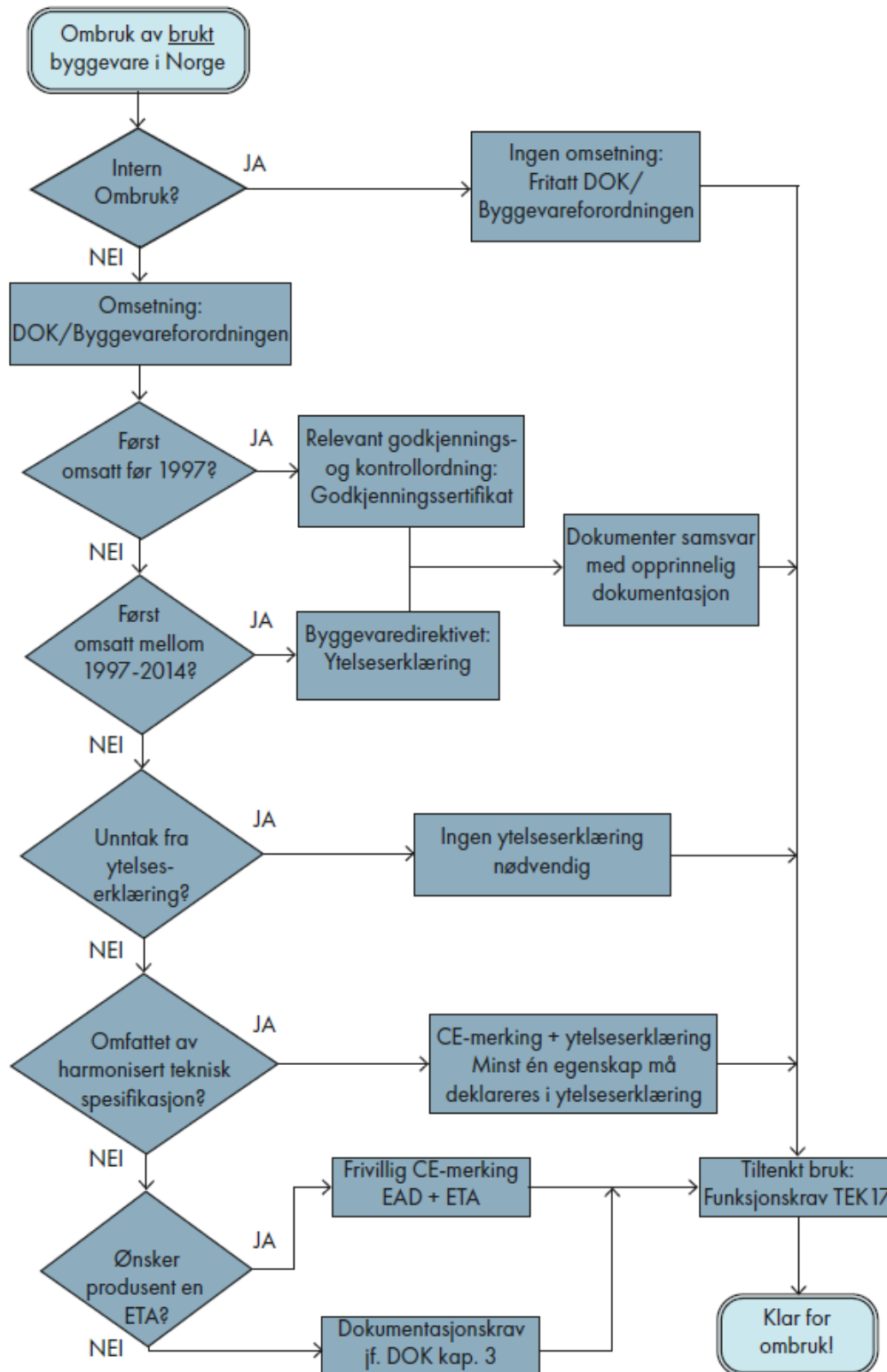
Samtlige undersøkte harmoniserte standarder i denne case-studien gir eksempler på hinderet beskrevet av Kilvær *et al.* (2019). Alle standardene inneholder enten et vedlegg (Annex) med angitt system for produksjonskontroll i fabrikk (FPC), eller en generell beskrivelse av minstekravene ved et FPC-system. Av de generelle føringene fremgår det bl.a. at FPC-systemet skal etablere prosedyrer for å vurdere råmaterialer, komponenter, utstyr, produksjonsprosessen samt det endelige produkt. FPC-systemene angir et minste antall prøver og en minimum frekvens for hvor ofte prøvene skal plukkes ut og testes iht. de standardiserte prøvingsmetodene, for å dokumentere de relevante vesentlige egenskapene til produktet. Eksempelvis ved bestemmelse av trykkfastheten til leca blokker, skal minst tre produkter per femte dag med produksjon gjennomgå destruktiv testing, og minst seks produkter må testes totalt (CEN, 2015a og 2015 b). I tråd med AVCP-system 2+ skal i tillegg tredjepartsorgan gjøre førstegangsinnspeksjon av produksjonsanlegget, og føre kontinuerlig ettersyn med produksjonen. Da må det altså foregå en form for produksjon. Hvordan dette løses ved ombruk, er uvisst.

Dersom byggevarene skal redokumenteres iht. FPC-systemene, må det altså dokumenteres at disse prosedyrene er fulgt ved opprinnelig produksjon – per i dag synes eneste mulige løsning på dette å være dersom man har opprinnelig dokumentasjon. Alt tyder på at dersom man skal omsette en brukt byggevare uten opprinnelig dokumentasjon, må det utarbeides en ETA/EAD eller en Teknisk Godkjenning, med FPC-systemer tilrettelagt ombruksvarer. I tråd med erfaringene fra KA13, vil det derfor være fornuftig å satse på ombruk lokalt og der man har opprinnelig dokumentasjon – slik at man unngår forpliktelsene i CPR. Men da må man altså ved bruk av relevante prøvingsmetoder vise at byggevarens vesentlige egenskaper samsvarer med de opprinnelig deklarererte egenskaper, og innfrir funksjonskravene til det tiltenkte formål jf. TEK17.

Det er usikkert i hvilken grad prøvingsmetodene kan benyttes for ombruksvarer. Dersom eksempelvis vinduer skal omsettes med opprinnelig dokumentasjon, og egenskapene må testes etter harmoniserte prøvingsmetoder, synes det å være noen uavklarte hinder hva angår antall prøvelegemer og destruktiv testing. Ved destruktiv testing av nye vinduer, er det nok å teste ett vindu for å fastslå den testede egenskap for samtlige vinduer – gitt at dette er representativt for produksjonen og produkttypen. Ved ombruk av 30 år gamle vinduer – alle av samme type og produsert på samme måte – er det uvisst om man kan velge ut representative prøvelegemer for å dokumentere egenskapene til samtlige vinduer. Samtidig vil det være et spørsmål om å kunne dokumentere at de er av samme type og produsert på samme måte opprinnelig. Ettersom egenskapene til hvert vindu kan ha endret seg ulikt over årenes løp, må nok alle testes. Dermed vurderes redokumentering lite gjennomførbart, uten opprinnelig dokumentasjon.

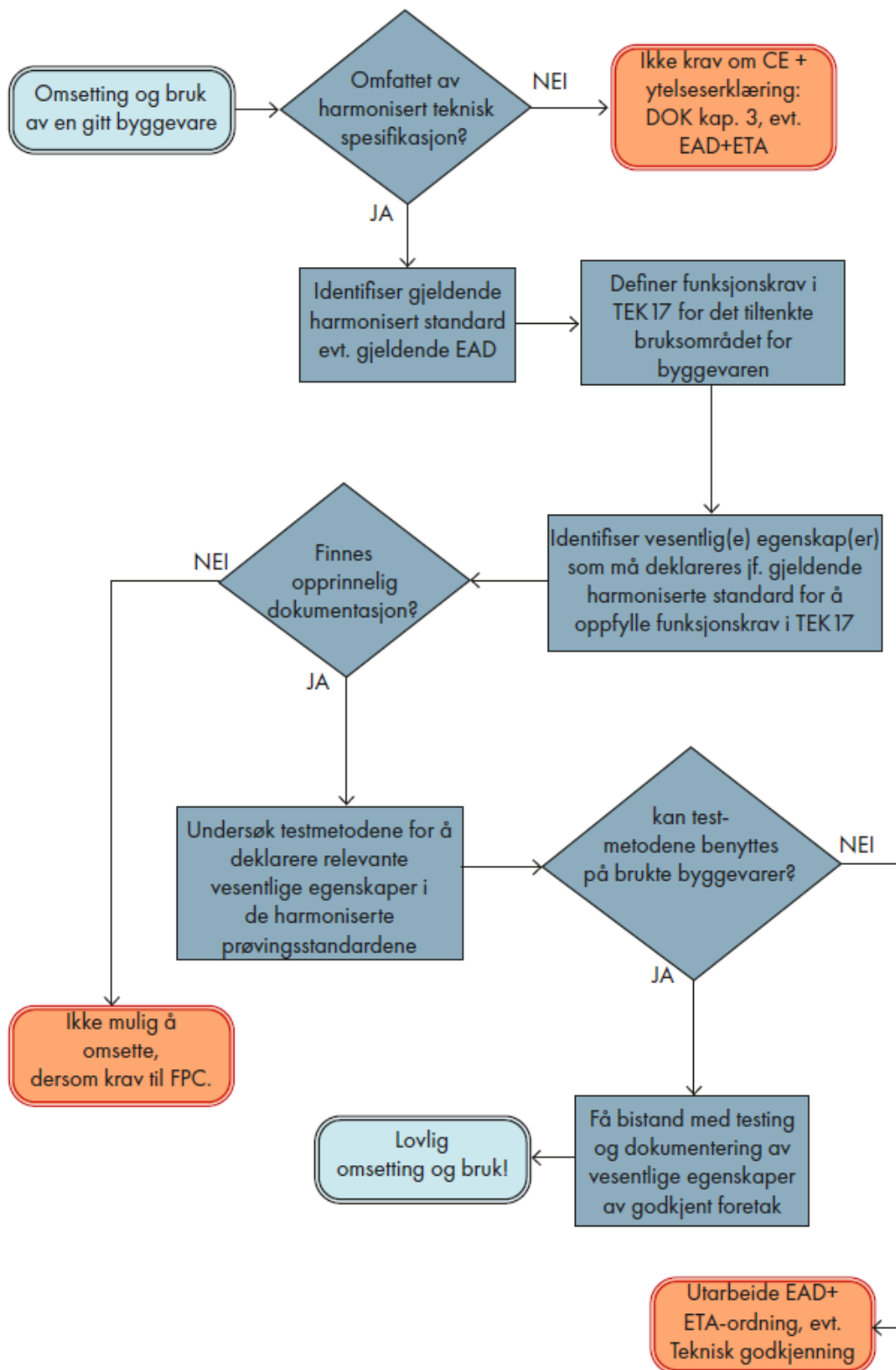
### 6.3.2 FLYTSKJEMA: GENERELLE DOKUMENTASJONSKRAV VED OMBRUK

Basert på studien av dokumentasjonskravene ved ombruk, er det laget to flytskjemaer som viser hvordan man kan redegjøre for dette på generelt grunnlag og for den gitte byggevarer.



Figur 6-1: Flytskjema: Overordnet dokumentasjonsprosess ved ombruk av byggevarer. Egenprodusert.

### 6.3.3 FLYTSKJEMA: DOKUMENTASJONSKRAV FOR GITT BYGGEVARE



Figur 6-2: Flytskjema: Omsetning og bruk av brukt byggevare. Egenprodusert.

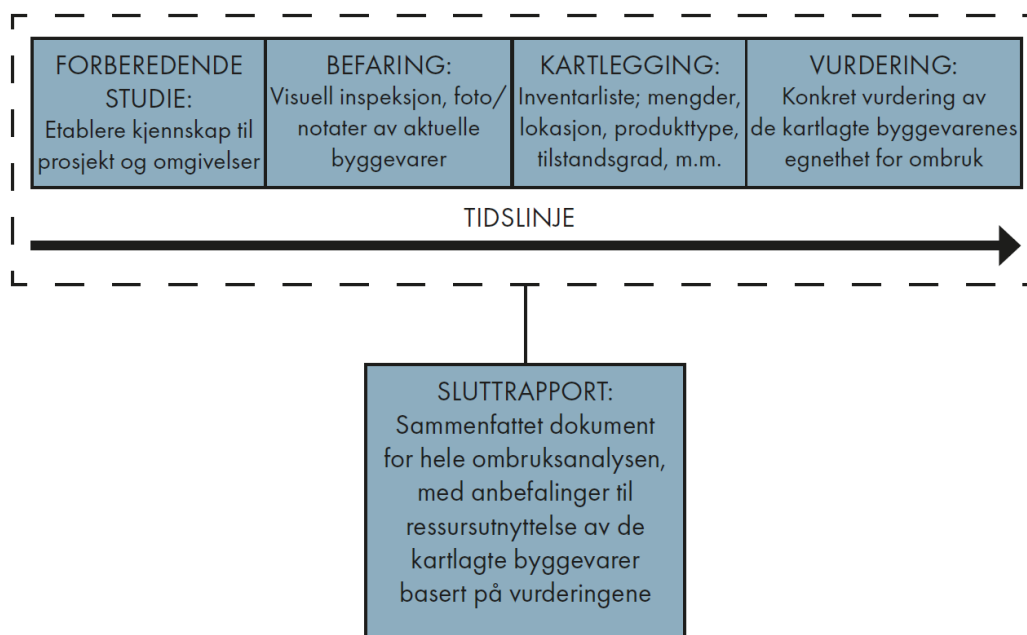
## 7 KONKLUSJON

Formålet med denne masteroppgaven er å undersøke hvordan ombruksanalyser av eksisterende bygg kan gjennomføres, hvordan ombrukspotensialet til byggevarer i eksisterende bygg kan vurderes og hvordan man kan redegjøre for dokumentasjonskravene for byggevarer ved ombruk.

EUs målsettinger om et sirkulært Europa setter presedens for en mer sirkulær BAE-sektor også i Norge, og en sentral del av sirkulærøkonomi er å slutte kretsløpet for produkter og materialer ved å øke andelen ombruk av produkter, og således redusere klimagassutslipp fra produksjon og avfall fra byggeaktivitet. En viktig forutsetning for økt ombruk i BAE-sektoren er at ressurser i eksisterende byggverk kartlegges og tilgjengeliggjøres for eksterne interessenter før riving/rehabilitering. Ombruksanalyser kan bidra til dette, ved å konkretisere byggevarers ombrukspotensial, gi en oversikt over ombrukbare byggevarer og gi konkrete anbefalinger til videre bruk. Videre i dette kapitlet gis masteroppgavens konklusjoner mht. gjennomføring av ombruksanalyser, vurdering av byggevarers ombrukspotensiale og hvordan dokumentasjonskrav ved ombruk av gitte byggevarer kan redegjøres for. Avslutningsvis gis anbefalinger til videre arbeid.

### 7.1 PROSESS FOR OMBRUKSANALYSE

Ombruksanalyser bør gjennomføres som en del av analysearbeidet før man river og rehabiliterer bygninger, for å øke andelen ombruk i tråd med overordnede målsettinger. Ombruksanalyser kan gjennomføres i fem delsteg, se figur 7-1. Ombruksanalysen bør gjennomføres i sammenheng med miljøkartlegging (lovpålagt) og tilstandsanalyser, for å sikre helhetlige, faglige vurderinger i analysene.



Figur 7-1: Prosess for ombruksanalyse. Egenprodusert.



### 7.1.1 ANBEFALINGER TIL GJENNOMFØRING AV OMBRUKSANALYSER

Basert på case-studien er det gitt noen anbefalinger til gjennomføring av ombruksanalyser. Anbefalingene kan deles i fire overordnede tema: Grundige forberedelser, tilgjengelig dokumentasjon, dokumentasjonskrav ved ombruk og vurderingskriterier for ombrukspotensiale.

#### 1. Grundige forberedelser

En effektiv ombruksanalyse avhenger av grundig forarbeid i den forberedende studien. Derfor må man bruke tiden før befaring godt; etabler kjennskap til bygget mht. byggeår, bærekonstruksjoner, takkonstruksjoner, materialbruk, produktinformasjon, evt. vedlikeholdsprosjekter og utskiftninger, osv. Dersom man har en idé om hvilke byggevarer som kan være aktuelle for ombruk og hvor de er lokalisert i bygget før befaring gjennomføres, gir dette et bedre grunnlag for å utnytte befaringen best mulig, og få gode foto/notater med til det videre kartleggingsarbeid. Det kan med fordel gjennomføres flere befaringer, da ny informasjon kan dukke opp underveis i prosessen. Med hensyn til fotografering/notater på befaring, bør man sette seg inn i hvordan ulike produkter er merket; klosetter har modellnummeret nederst på foten, vinduer er merket med produksjonsår nederst i hjørne av glasset, dører er merket på «ryggen», etc.

#### 2. Tilgjengelig dokumentasjon

Videre bør man lage en oversikt over tilgjengelig FDVU-dokumentasjon. Dette gjelder dokumentasjon fra opprinnelig byggeprosjekt, dokumenter fra driftsfase og ny dokumentasjon tilvirket ifbm. det kommende rive-, eller rehabiliteringsprosjekt. Etabler kommunikasjon med relevante personer i prosjektorganisasjonen og driftspersonell for å etterspørre dokumentasjon underveis.

#### 3. Dokumentasjonskrav ved ombruk

Definer opprinnelige dokumentasjonskrav ved omsetning og bruk tidlig. Man bør sette seg inn i dokumentasjonskravene illustrert med flytskjemaene i 6.3.2 og 6.3.3, og undersøke nærmere hvilke dokumentasjonskrav som gjaldt ved opprinnelig byggeprosess. Her gir tabell 2-2 fra DiBK en god oversikt innledningsvis. Dersom man fastslår dette tidlig og har oversikt over hvilken produktdokumentasjon som er tilgjengelig i prosjektet, kan det avklares med eksterne produsenter/kontrollråd/etc. hvorvidt opprinnelig dokumentasjon lar seg fremskaffe. Harmonisert standard bør inkluderes i ombrukskartleggingen.

#### 4. Vurderingskriterier for ombrukspotensiale

Dersom man har definert vurderingskriteriene tidlig, er dette en fordel mht. hvilken informasjon man bør grave etter, og hva som bør fotograferes/noteres under befaringen. Med hensyn til ombrukspotensiale kan det være fornuftig å definere kriterier som vurderer ekstern interesse for byggevarer i ombruksmarkedet og hvorvidt ombruk er praktisk gjennomførbart, både mht. tekniske barrierer (demontering, etc.) og dokumentasjonskrav (som nevnt). Konkrete analyser av lønnsomhet og klimagassutslipp kan gjøres på et senere tidspunkt, når de realiserbare tiltak er definert og vurderes gjennomført.

### 7.2 VURDERING AV BYGGEVARERS OMBRUKSPOTENSIALE

Ombruksvurdering ble gjennomført som nest siste steg av ombruksanalysen i case-studien. Ombruksvurderinger krever en helhetlig forståelse for et bredt spekter av parametere, som påvirker byggevarers egnethet for ombruk. I denne oppgaven ble ombrukspotensialet vurdert ut fra kategoriene markedsvurdering, demontering, håndtering, bearbeiding og mellomlagring, med 12 tilknyttede parameter – vel vitende om at dette ikke er altomfattende. Case-studien viser likevel at ombruksvurderinger krever tverrfaglig og spesifikk kompetanse om byggevarer, byggemetoder og dokumentasjonskrav fra spesifikke tidsperioder avhengig av når bygget ble bygget, og at dette er tidkrevende å sette seg inn i. Dersom ombruksanalyser blir mer utbredt, vil det være fornuftig med dedikerte fagpersoner som jobber kun med ombruksfaget. Da vil det opparbeides spesifikk kompetanse, som vil bidra til mer effektiv ombruksanalysering av byggverk før det rives/rehabiliteres.

#### 7.2.1 MÅLOPPNÅELSE IHT. SVANEMERKET – CASE-STUDIE

Svanemerkets kriterier for renovering er et relativt ferskt rammeverk, og er hittil ikke utprøvd i et skandinavisk prosjekt. Case-studien viser at kriteriesettet fremmer ombruksanalyser ved å sette obligatorisk krav om dette, i motsetning til BREEAM-NOR-manualen. Kriteriene bidrar til at det fokuseres på ombruk av byggevarer, og gir ytterligere insentiv til å realisere ombruk, ved å stille konkrete delkrav til måloppnåelse – selv om disse delkrav ikke er obligatoriske å innfri.

Av de 12 vurderte byggevarer på Sørhove, er vinduer (2,1), kryssfinér (2,2) og leca blokker (2,3) vurdert å ha lavest ombrukspotensiale. Konstruksjonsvirke (2,0) er gitt middels score – ventilasjonskanaler (1,7), innerdører (1,7), betongtakstein (1,4), mineralull (1,8), sanitærporselen (klosetter og servanter: 1,5), brannslangeskap (1,6) og nødlysanlegg (1,6) vurderes å ha over middels ombrukspotensiale. Samtidig viser mengdeberegningene

at det er de minst egnede byggevarene som dominerer måloppnåelsen mht. krav O31. Konkluderende er det flere kombinasjoner av tiltak som kan gjennomføres for å realisere delkrav to og tre i krav O31, avhengig av alternativet prosjektet lander på. Dersom disse to delkravene innfris, mangler bare ett delkrav til for å imøtekomme kravet om minst tre av seks delkrav i krav O31. Basert på resultatene i denne case-studien, vurderes delkrav to og tre fullt mulige å innfri på Sørhove; med forbehold om at noen forhold ved beregningen av måloppnåelsen forblir uavklarte. Det er tydelig at praktisk anvendelse av kriteriesettet og dialog mellom utførende og Svanemerket er nødvendig for å videreutvikle, spesifisere og forbedre kriteriesettet slik at uavklarte «smutthull» kan avklares ved nye revideringer.

### 7.3 DOKUMENTASJONSKRAV VED OMBRUK

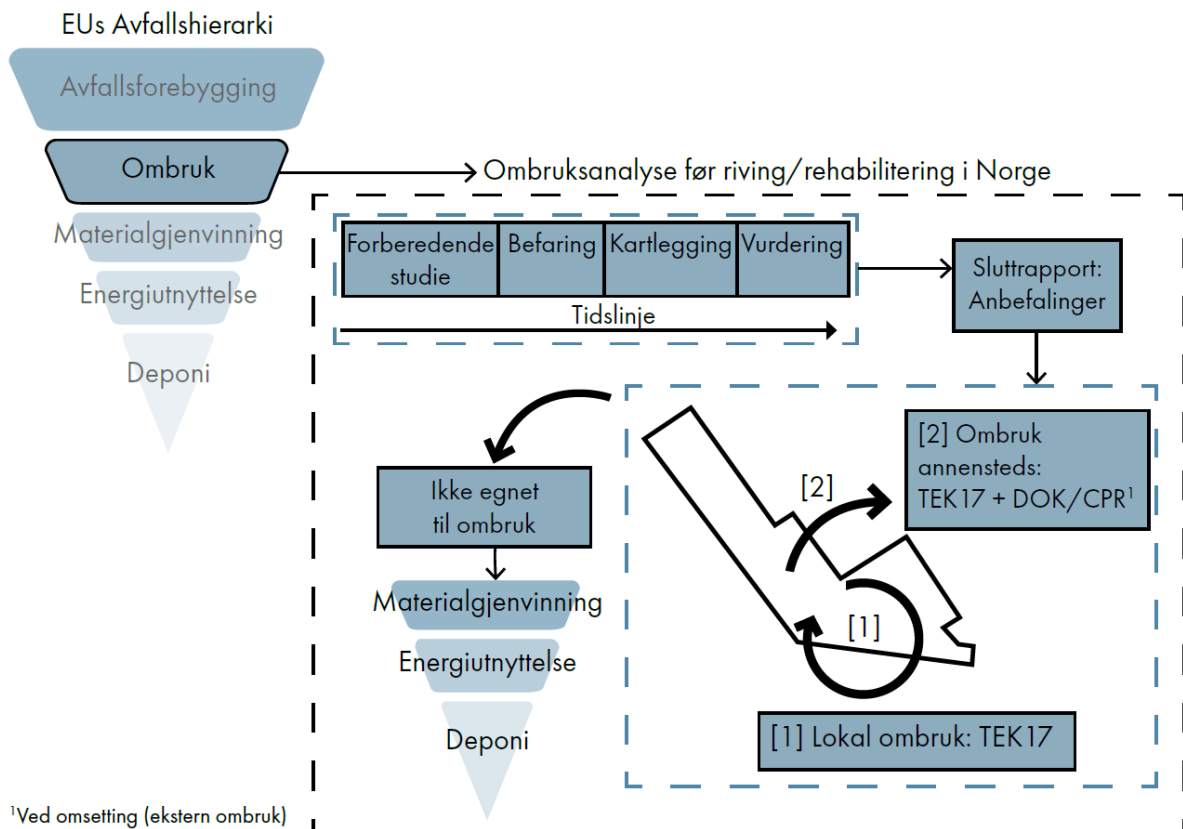
Dokumentasjonskravene ved omsetning av brukte byggevarer er krevende å innfri. Mulighetsrommet ved bruk av overgangsbestemmelsene jf. artikkel 66, avhenger av at man evner å fremskaffe opprinnelig dokumentasjon, samt at harmoniserte prøvingsmetoder kan benyttes for å dokumentere at byggevarens egenskaper samsvarer med dokumentasjonen. Basert på undersøkelsene gjort i denne studien, er følgende barrierer definert ved redokumentering etter de harmoniserte standardene:

1. Produksjonskontroll i fabrikk: Standardene angir som regel et system for produksjonskontroll i fabrikk (FPC-system), som skal etableres av produsent. Systemene angir prosedyrer som gjør det svært vanskelig å etterfølge ved ombruk – det er ikke funnet tilfeller der noen har gjennomført ombruk iht. de harmoniserte FPC-systemene.
2. Destruktiv testing: Ved nyproduksjon kan man trekke ut representative prøvelegemer til testing, og derav fastslå egenskapene til resterende produkter fra den samme produksjon ved ikke-destruktive tester. Dette er også mulig ved ombruk av hulldekker, men hvorvidt det er mulig for andre byggevarer krever nærmere utredning. Dersom alle byggevarene må testes destruktivt for å kvalitetssikre dem for bruk til et gitt formål, er dette åpenbart ikke gjennomførbart.
3. Ugyldig prøvingsmetode: De harmoniserte prøvingsmetodene er basert på testing av nye produkter og materialer. Avhengig av type byggevare, kan de harmoniserte prøvingsmetodene gi ugyldige resultater dersom byggevaren er brukt. Dette gjelder eksempelvis ved redokumentering av konstruksjonsvirke: Metodene for å fastslå trevirkets styrke (fasthetsklasse) er basert på omfattende testing av ferskt virke, og ettersom trevirket endrer egenskaper på en måte man ikke har oversikt over, gir styrkesortering etter de harmoniserte metodene ugyldige resultater.

Dersom disse faktorene ikke åpenbarer seg i standardene, er det etter undertegnede oppfatning at det finnes et mulighetsrom for å utarbeide prosedyrer for å kvalitetssikre brukte byggevarer etter harmoniserte prøvingsmetoder. Alle standardene undersøkt i case-studien inneholdt krav om FPC-system, og antageligvis finnes dette kravet i samtlige standarder under Byggevareforordningen, da produksjonskontroll i fabrikk er pålagt produsenter etter samtlige AVCP-system.

Ettersom opprinnelig dokumentasjon ble vanskelig å fremskaffe for de vurderte byggevarene på Sørhove, er lokal ombruk og ombruk av byggevarer til andre formål enn byggevarer, vurdert som mest hensiktsmessig pga. kravene i Byggevareforordningen.

Ved gjennomføring av ombruksanalyser, bør dokumentasjonskrav ved ombruk være et fokus fra starten av; man tilegner seg informasjon om når bygget sto ferdig, og det kan avklares hvilke dokumentasjonskrav som gjaldt på det tidspunktet. Da kan man fastslå hvilken dokumentasjon man trenger for å innfri opprinnelige krav, for så å undersøke om denne dokumentasjonen er tilgjengelig i det aktuelle prosjektet. Dette undersøkes da ved befaring på bygget, og videre kontakt med prosjektorganisasjonen og produsenter. Jo tidligere det avklares hvorvidt lovlig bruk og omsetning av en brukt byggevare kan gjennomføres, jo bedre tid har man på å utrede alternative bruksområder utenfor regelverkets virkning, dersom dette er nødvendig.



Figur 7-2: Ombruksanalyser satt i perspektiv. Egenprodusert.

## 7.4 ANBEFALINGER TIL VIDERE ARBEID

Et steg i riktig retning ville vært å standardisere prosess og innhold for ombruksanalyser. Dette kunne man oppnådd ved å sette spesifikt krav til gjennomføring av ombruksanalyse ved revidering av Byggteknisk forskrift (TEK17), med preaksepterte ytelser som beskriver et minimumsnivå til prosess og innhold for å innfri kravet. Videre kunne man utviklet en norsk standard for ombruksanalyser – dette finnes både for tilstandsanalyser og miljøkartlegging, så hvorfor ikke? Videre vil arbeidet med å digitalisere bygningsinformasjon – et tema som har vært lite redegjort for i denne oppgaven – bidra til å effektivisere ombruksanalyser. Nødvendig informasjon for ombruksanalyser blir enklere å lokalisere, og mengdebeskrivelser kan hentes ut direkte til ombrukskartleggingen, eksempelvis ved dørskjema og vindusskjema, istedenfor at man bruker tid på å beregne mengder. Dokumentasjonskravene som stilles i dag, mht. hvilken FDVU-dokumentasjon som skal medfølge det ferdige bygg, bidrar til at dette arbeidet i fremtiden vil bli enklere. En tanke kunne vært å inkludere krav om demonteringsbeskrivelser i lovpålagte monteringsanvisninger, slik at man kunne lagt inn i systemet allerede i starten hvordan byggevarer kan demonteres, mht. nødvendig verktøy o.l.

Hva angår dokumentasjonskravene, gjelder det også her å sette de gjeldende rammene i system. Det synes å være en overenstemmelse vedrørende tolkning av regelverket, i retning av at ombruk av byggevarer bare er gjennomførbart dersom man har opprinnelig dokumentasjon, unngår omsetning ved ombruk eller ombruker byggevarer til formål utenfor Byggevareforordningens og Byggteknisk forskrifts virkeområde. Flere aktører jobber med å etablere systemer som tilbyr søkefunksjoner for ombrukbare byggevarer, med komplett dokumentasjon – når dette lanseres, vil det være en milepæl for arbeidet med å øke andelen ombruk i BAE-sektoren. Dersom man har opprinnelig dokumentasjon, blir neste spørsmål hvordan byggevarers relevante vesentlige egenskaper for dens tiltenkte funksjon kan fastslås iht. de harmoniserte prøvingsmetodene. Som det er gjort for hulldekker, bør det forskes videre på hvordan prøvingsmetodene kan etterfølges i praksis for flere typer byggevarer.

KA13-prosjektet har skapt enormt engasjement rundt ombruk av byggevarer i BAE-sektoren, og dersom flere aktører følger i deres fotspor, vil prosedyrene rundt ombruk bli tydeligere og mer forutsigbare etter hvert. Ombruk av byggevarer er en del av fremtiden, og eneste måten man kommer dit er å ta fatt på de uavklarte prosedyrene for å oppskalere ombruk, og etablere standardiserte rammer for å gjøre dette økonomisk gunstig; eller sirkulærøkonomisk gunstig, om man vil.

## 8 REFERANSER

- Bergerud, T. (2019) *Tilstandsanalyse*. WSP (Hentet: 29.01.2020).
- Bjørberg, S., Kampesæter, A. og Listerud, C. A. (2009) *Levetider i praksis*. Multiconsult. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/rapporter-og-publikasjoner/> (Hentet: 03.03.2020).
- Bramslev, K. og Askjer, T. O. (2016) *Eiendomssektorens veikart mot 2050*. Grønn Byggallianse og Norsk Eiendom. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/11/Eiendomssektorens-veikart-mot-2050.pdf> (Hentet: 19.09.2019).
- Byggeindustrien (2019) *Gammel isolasjon fra regjeringskvartalet får nytt liv*. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1408648> (Hentet: 16.04.2020).
- CEN (2003) Ventilasjon i bygninger - Kanalsystem - Styrke og lekkasje for sirkulære kanaler av metallplater: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 20.05.2020).
- CEN (2014) Trebaserte plater - Prøvetaking, utskjæring og inspeksjon - Del 2: Innledende typeprøving og kontroll av fabrikkproduksjon: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 25.05.2020).
- CEN (2015a) Trebaserte plater til bruk i bygg og anlegg - Egenskaper, evaluering av samsvar og merking: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 20.05.2020).
- CEN (2015b) Prøvmingsmetoder for murprodukter - Del 1: Bestemmelse av trykkfasthet: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 25.05.2020).
- CEN (2015c) Krav til murprodukter - Del 3: Murprodukter av betong (tunge og lette tilslag): Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 25.05.2020).
- CEN (2017) Takstein og tilbehørstein av betong for taktekking og fasadekledning - Produktkrav: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 20.05.2020).
- CEN (2019) Sanitærutstyr - Servanter - Funksjonskrav og prøvmingsmetoder: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 20.05.2020).
- Circle Economy (2018) *A framework for circular buildings*. Tilgjengelig fra: <https://www.circle-economy.com/insights/a-framework-for-circular-buildings> (Hentet: 20.01.2020).
- Dalland, O. (2012) *Metode og oppgaveskriving for studenter*. 5. utg. Oslo. Gyldendal akademisk.
- Danke, S. S. (2017) *Om høyskoleanlegget*. Tilgjengelig fra: <https://www.inn.no/om-hoegskoleanlegget/studiesteder/studiested-lillehammer/praktisk-informasjon/om-hoegskoleanlegget> (Hentet: 23.01.2020).
- Den Europeiske Union (2008) *EUROPAPARLAMENTS- OG RÅDS DIREKTIV 2008/98/EF av 19. november 2008 om avfall og om oppheving av visse direktiver. [Avfallsdirektivet]*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/pro/NLX3/eu/3200810098> (Hentet: 20.04.2020).
- Deweerd, M. et al. (2020) *A guide for identifying the reuse potential of construction products - Working draft*. Bellastock, The Belgian Building Research Institute, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, The Construction Confederation og The University of Brighton. Tilgjengelig fra: <https://www.nweurope.eu/> (Hentet: 05.05.2020).
- DiBK (1987) *Byggeforskrift 1987*. Oslo, Norge. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/liste-over-tidligere-regelverk/Byggereglene-for-1997/> (Hentet: 20.03.2020).

- DiBK (2013a) *Hva er nytt om markedsføring og omsetning av byggevarer?* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/rapporter-og-publikasjoner/> (Hentet: 01.03.2020).
- DiBK (2013b) *Obligatorisk og frivillig CE-merking.* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggevarer/krav-til-dokumentasjon/obligatorisk-og-frivillig-ce-merking-og-ytelseserklaring/> (Hentet: 12.11.2019).
- DiBK (2013c) *Forskrift om omsetning og dokumentasjon av produkter til byggverk (DOK).* Oslo, Norge: Direktoratet for byggkvalitet. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/dok/> (Hentet: 20.01.2020).
- DiBK (2014) *Byggevareforordningen.* Dibk.no. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/dok/byggevareforordningen/byggevareforordningen/> (Hentet: 13.11.2019).
- DiBK (2016) *Veiledning til byggevareforordningen.* Dibk.no. Tilgjengelig fra: <https://www.bvsl.no/wp-content/uploads/2017/02/forskrift-om-dokumentasjon-av-byggevare-dibk-nettside.pdf> (Hentet: 13.11.2019).
- DiBK (2017) *Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift).* Oslo, Norge. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/> (Hentet: 01.03.2018).
- DiBK (2019) *Tilsyn med produktdokumentasjon.* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/saksbehandling/kommunalt-tilsyn/temaveiledninger/> (Hentet: 04.03.2020).
- DiBK (2020) *Det skal dokumenteres at alle krav i TEK17 er oppfylt.* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/det-skal-dokumenteres-at-alle-krav-i-tek17-er-oppfylt/> (Hentet: 24.04.2020).
- Edvardsen, K. I. (2017) *700.320 Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler.* Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/3312/intervaller\\_for\\_vedlikehold\\_og\\_utskifting\\_av\\_bygningsdeler#i3](https://www.byggforsk.no/dokument/3312/intervaller_for_vedlikehold_og_utskifting_av_bygningsdeler#i3) (Hentet: 12.02.2020).
- Ellen MacArthur Foundation (2013) *Towards the circular economy: An economic rationale for an accelerated transition.* Tilgjengelig fra: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> (Hentet: 01.11.2019).
- Ellen MacArthur Foundation (2019) *Completing the picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change.* Tilgjengelig fra: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>.
- EOTA (2016) *How an EAD is developed?* Tilgjengelig fra: <https://www.eota.eu/en-GB/content/how-an-ead-is-developed/40/> (Hentet: 04.05.2020).
- Espelid, H., Apelseth, M. og Nyland, E. (2019) *Brukte materialer er gode som nye byggeklosser - men med dagens regelverk blir de fort bremseklosser.* Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1413876> (Hentet: 12.11.2019).
- European Commission (2016) *EU Construction & Demolition Waste Management Protocol.* Tilgjengelig fra: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/20509/attachments/1/translations/en/renditions/native> (Hentet: 03.04.2020).
- European Commission (2018) *Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings.* Tilgjengelig fra: [https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0\\_en](https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en) (Hentet: 20.03.2020).
- European Commission (2019) *Regulation (EU) No 305/2011 for Construction Products - Summary list as pdf document.* Tilgjengelig fra: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/38863> (Hentet: 20.01.2020).

- European Commission (2020a) *Circular Economy Action Plan*. Brüssel. Tilgjengelig fra: [https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new\\_circular\\_economy\\_action\\_plan.pdf](https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/new_circular_economy_action_plan.pdf).
- European Commission (2020b) *A European Green Deal*. Tilgjengelig fra: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en) (Hentet: 14.04.2020).
- European Commission (2020c) *Circular Economy - Principles for Building Design*. Tilgjengelig fra: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/39984> (Hentet: 30.03.2020).
- Evans, F. G. og Flæte, P. O. (2009) *Treslag og holdbarhet*. (Fokus på tre): Trefokus og Treteknisk. Tilgjengelig fra: <http://www.treteknisk.no/publikasjoner/fokus-pa-tre> (Hentet: 30.03.2020).
- Futurebuilt (2016) *Om oss*. Tilgjengelig fra: <https://www.futurebuilt.no/Om-oss> (Hentet: 25.03.2020).
- FutureBuilt (2019) *FutureBuilt kriterier for sirkulære bygg*. Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.futurebuilt.no/Nyheter#!/Nyheter/Sirkulaere-bygg.-Definert.-Og-snart-realtet> (Hentet: 25.11.2019).
- FutureBuilt (2020) *Rapport Kristian Augusts gate 23*. Arkitektur.no. Futurebuilt. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/kristian-augusts-gate-23?tid=158202> (Hentet: 14.02.2020).
- Gether, H. et al. (2000) *Industriell tilnærming til ombruk av materialer "OMMAT-prosjektet"*. Statsbygg. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/?nid=155966&pid0=264904&publisher=155757&pid2=157909> (Hentet: 03.04.2020).
- Glass og fasadeforeningen og DiBK (2017) *Vil ha klare regler for merking av branndører*. Tilgjengelig fra: <https://www.glassportal.no/2017/03/23/vil-ha-klare-regler-for-merking-av-branndorer/> (Hentet: 16.03.2020).
- Grønn Byggallianse (2015) *Om BREEAM-NOR*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/sertifisering/breeam/om-breeam-nor/>.
- Grønn Byggallianse (2019) *BREEAM-NOR 2016 for nybygg*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/06/SD-5075NOR-BREEAM-NOR-2016-Nybygg-Versjon-1.2.pdf> (Hentet: 23.11.2019).
- Grønn Byggallianse (2018) *Grønn Materialguide*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/aktuelt/publikasjoner/gronn-materialguide/> (Hentet: 14.01.2020).
- Grønn Byggallianse (2019) *Tenk deg om før du river*. Oslo. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/publikasjoner/tenk-deg-om-for-du-river> (Hentet: 10.02.2020).
- Hambra og Hjøllnes Consult (2013) *Unngå helse- og miljøskadelige stoffer i bygg*. Direktoratet for byggkvalitet og Klima- og forurensningsdirektoratet. Tilgjengelig fra: [https://dibk.no/globalassets/miljo/publikasjoner/substitusjonsveileder\\_print.pdf](https://dibk.no/globalassets/miljo/publikasjoner/substitusjonsveileder_print.pdf) (Hentet: 25.02.2020).
- Hjøllnes Consult (2017) *Definisjoner av begreper*.
- Holøs, S. (2018) *700.305 Tilstandsanalyse av bygninger og bygningsdeler*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/639/tilstandsanalyse\\_av\\_bygninger\\_og\\_bygning\\_sdeler#i47](https://www.byggforsk.no/dokument/639/tilstandsanalyse_av_bygninger_og_bygning_sdeler#i47) (Hentet: 27.04).
- Hovland, M. (2019) *Brannteknisk tilstandsanalyse HINN Lillehammer Sørhove*. WSP.(Hentet: 29.01.2020).
- ISO (2013) *Grafiske symboler - Sikkerhetsfarger og sikkerhetsskilter - Del 1: Prinsipper for utforming av sikkerhetsskilter og sikkerhetsmerking (b. NS-ISO 3864-1:2011)*: Standard Norge. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 05.05.2020).



- Johannessen, A., Tufte, P. A. og Christoffersen, L. (2016) *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. 5. utg. Oslo. Abstrakt Forlag.
- Kilvær, L. et al. (2019) *Forsvarlig ombruk av byggevarer*. Resirqel og DiBK. Tilgjengelig fra: [http://smooth-storage.aptoma.no/users/drp-bygg-upload/files/Rapporter/Forsvarlig\\_ombruk.pdf](http://smooth-storage.aptoma.no/users/drp-bygg-upload/files/Rapporter/Forsvarlig_ombruk.pdf) (Hentet: 24.01.2020).
- Klima- og miljødepartementet (2018) *Lov om klimamål (Klimaloven)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2017-06-16-60> (Hentet: 27.10.2019).
- KMD (2009) *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*. Oslo, Norge. Tilgjengelig fra: [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/\\*\\*](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71/**) (Hentet: 28.02.2018).
- Krohn, J. C. (2013) *321.044 Utstyr for manuell brannslukking. Typer, plassering og merking*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/3113/utstyr\\_for\\_manuell\\_brannslukking\\_typer\\_plassering\\_og\\_merking#i7](https://www.byggforsk.no/dokument/3113/utstyr_for_manuell_brannslukking_typer_plassering_og_merking#i7) (Hentet: 14.04.2020).
- Kvale, S. og Brinkmann, S. (2015) *Det kvalitative forskningsintervju*. 3. utg. Oslo. Gyldendal akademisk.
- Larsen, M. L. (2019) *Miljøsaneringsrapport*. WSP.(Hentet: 29.01.2020).
- Leca (2016) *Leca blokker - generell informasjon*. Tilgjengelig fra: <https://leca.no/produkter/leca-blokker/leca-universalklokk/> (Hentet: 14.02.2020).
- Leland, B. N. (2008) *Prosjektering for ombruk og gjenvinning*. Rådgivende ingeniørers forening (RIF). Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/category/gjenvinning/> (Hentet: 10.01.2020).
- Lendager Group (2019) *Resourcerækkerne*. Tilgjengelig fra: <https://lendager.com/arkitektur/ressourcerækkerne/#materialer> (Hentet: 24.04.2020).
- Lian, M. og Gåsbak, J. (2006) *544.101 Tekking med takstein. Materialer, legging og forankring*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/497/tekking\\_med\\_takstein\\_materialer\\_legging\\_og\\_forankring#i9](https://www.byggforsk.no/dokument/497/tekking_med_takstein_materialer_legging_og_forankring#i9) (Hentet: 23.03.2020).
- Lovdata (1996) 31996D0603. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/pro/NLX3/eu/31996d0603>.
- Lunke, R. (2019) *Ombruksprosjektet Kristian Augusts gate 13*. Tilgjengelig fra: <https://bygg.tekna.no/ombruk-av-bygg-istedetfor-nybygg/> (Hentet: 16.03.2020).
- Marton, I. (2018) *Krevende med ombruk av byggevarer?* Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/krevende-med-ombruk-av-byggevarer/> (Hentet: 20.04.2020).
- Marton, I. (2020) *Rammebetingelser for ombruk*. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/byggavfallskonferansen/> (Hentet: 17.04.2020).
- Miljødirektoratet (2013) *Disponering av betong- og teglavfall*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/> (Hentet: 03.02.2020).
- Miljødirektoratet (2019) *Miljøgifter*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/> (Hentet: 18.03.2020).
- Miljødirektoratet et al. (2020) *Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2020/januar-2020/klimakur2030/> (Hentet: 20.02.2020).
- Miljømerking (2012) *Hva kjennetegner Svanen som miljømerke*. Tilgjengelig fra: <https://www.svanemerket.no/om-svanemerket/livslopet/svanemerket/hva-kjennetegner-svanen-som-miljomerke/> (Hentet: 12.02.2020).
- Mysen, M., Aronsen, E. og Johansen, B. S. (2014) *Gjenbruk av ventilasjonskanaler*. Tilgjengelig fra: [https://www.sintefbok.no/book/index/979/gjenbruk\\_av\\_ventilasjonskanaler](https://www.sintefbok.no/book/index/979/gjenbruk_av_ventilasjonskanaler) (Hentet: 31.01.2020).

- NESH (2016) *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. Oslo, Norge. De nasjonale Forskningsetiske komiteene. Tilgjengelig fra: [https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125\\_fek\\_retningslinjer\\_nesh\\_digital.pdf](https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf) (Hentet: 21.11.2019).
- NHP-nettverket (2015a) *FARLIG AVFALL - Mur og betong*. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/veiledningsmaterieell/> (Hentet: 01.04.2020).
- NHP-nettverket (2015b) *FARLIG AVFALL - Tre*. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/veiledningsmaterieell/> (Hentet: 20.02.2020).
- NHP-nettverket (2015c) *FARLIG AVFALL - Vinduer*. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/veiledningsmaterieell/> (Hentet: 16.02.2020).
- NHP-nettverket (2019) *Byggavfall - fra problem til ressurs*. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/veiledningsmaterieell/> (Hentet: 18.03.2020).
- NHPs sekretariat (2017) *Handlingsplan 2017-2020*. Tilgjengelig fra: [http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2017/12/Nasjonal-handlingplan-for-bygg-og-anleggsavfall\\_NHP4-2017-2020.pdf](http://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2017/12/Nasjonal-handlingplan-for-bygg-og-anleggsavfall_NHP4-2017-2020.pdf) (Hentet: 15.10.2019).
- Nilsen, S. K. (2004) *752.251 Rengjøring av ventilasjonsanlegg. Metoder, utstyr og prosess*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/3222/rengjoering\\_av\\_ventilasjonsanlegg\\_metoder\\_utstyr\\_og\\_prosess#i32](https://www.byggforsk.no/dokument/3222/rengjoering_av_ventilasjonsanlegg_metoder_utstyr_og_prosess#i32) (Hentet: 24.04.2020).
- Norconsult (2018) *TEK 17, Svanemerket og BREEAM-NOR*. Tilgjengelig fra: <https://om.jm.no/om-oss/nyheter/artikler/2019/forskjellen-pa-svanemerket-og-breem-nor-sertifiserte-boliger/> (Hentet: 14.02.2020).
- Nordby, A. S. og Wærner, E. R. (2017) *Hvordan planlegge for mindre avfall*. Oslo. Tilgjengelig fra: [https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC\\_veileder\\_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2018/07/NGBC_veileder_Hvordan-planlegge-for-mindre-avfall.pdf) (Hentet: 29.10.2019).
- Nordby, A. S. (2018a) *Sirkulær teori og praksis: Futurebuilt*. Tilgjengelig fra: <https://www.futurebuilt.no/Blogg#!/Blogg/Sirkulaer-teori-og-praksis>.
- Nordby, A. S. (2018b) *Utredning av barrierer og muligheter for ombruk av byggematerialer og tekniske installasjoner i bygg*. Asplan Viak og NHP-nettverket. Tilgjengelig fra: <http://www.byggemiljo.no/category/gjenvinning/> (Hentet: 27.10.2019).
- Nordby, A. S. og Shine, C. (2020) *Kristian Augusts gate 13 - energi og miljø - ombruk*. Tilgjengelig fra: <https://www.futurebuilt.no/Blogg#!/Blogg/Stemningsrapport-fra-foerste-FutureBuilt-sirkulaere-bygg-pilot-KA13-prosjektet> (Hentet: 04.03.2020).
- Nordisk Miljömärkning (2018) *Om Svanenmärkt Renovering*. Tilgjengelig fra: <https://www.svanemerket.no/svanens-krav/byggevarer-og-hus/renovering/> (Hentet: 27.01.2020).
- Nordisk Miljömärkning (2019) *Svanenmärkning av Renovering*. Tilgjengelig fra: <https://www.svanemerket.no/svanens-krav/byggevarer-og-hus/renovering/> (Hentet: 27.01.2020).
- Norsas (1999) *Miljøriktig riving - et ledd i byggets kretsløp*. Oslo, Norge. Kommuneforlaget AS.
- Norsk Gjenvinning (2020) *Keramikk, porselen og glass*. Tilgjengelig fra: <https://www.norskgjenvinning.no/tjenester/avfallstyper/keramikk-porselen-og-glass/> (Hentet: 14.05.2020).
- Nyland, E. og Apelseth, M. (2019) *Notat vedrørende ombruk av byggematerialer*. Oslo, Norge Kluge advokater (Hentet: 29.01.2020).
- Opstad, L. (2019) *Porselen*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/porselen> (Hentet: 04.05.2020).
- Ottum-Guui, J., Løkke, J. og Westgaard, L. (2013) *Tilstandsanalyse - Ventilasjonsanlegget*. UnionConsult BORO VVS og Miljø AS. (Hentet: 29.01.2020).

- Pettersen, M. (2019) KA13 - Norges mest ambisiøse ombruksbygg, 21.11.2019.
- Pettersen, N. (2005) *Gjenbrukshus i Trondheim*. Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/gjenbrukshuset/> (Hentet: 15.03.2020).
- RiK Arkitektur og WSP (2019) Plan 2 - Riveplan og ny plan - Rehab. (Hentet: 29.02.2020).
- Rognlien, S. (2002) *"Gjenbruk i byggebransjen - State of Art"*. (Rapport 1). Oslo, Norge. Statsbygg. Tilgjengelig fra: <https://www.yumpu.com/no/document/read/33125877/gjenbruk-i-byggebransjen-state-of-art-statsbygg> (Hentet: 30.03.2020).
- Roigart, A. et al. (2018) *Potentielt salg af genbrugs-byggematerialer*. Studio Debris. Tilgjengelig fra: <http://xn--vc-mka.dk/article/potentielt-salg-af-genbrugs-byggematerialer/> (Hentet: 03.04.2020).
- Sandaker, B. N., Sandvik, M. og Vik, B. (2007) *Materialkunnskap*. 4. opplag. utg. Lillestrøm, Norge. Byggenæringens Forlag.
- Seehusen, J. (2019) *Miljødirektoratet vil lette på kravene for gjenbruk: – Vil føre til en dobling av gjenvinning av gammel betong*. Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/miljodirektoratet-vil-lette-pa-kravene-for-gjenbruk-vil-fore-til-en-dobling-av-gjenvinning-av-gammel-betong/473140> (Hentet: 19.04.2020).
- Senter for faglig kommunikasjon (SEKOM) (2016) *Oppgavens struktur*. Tilgjengelig fra: <https://www.ntnu.no/sekom/oppgavens-struktur> (Hentet: 28.10.2019).
- Silseth, M. K. (2013) *471.031 Egenlaster for bygningsmaterialer, byggevarer og bygningsdeler*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster\\_for\\_bygningsmaterialer\\_byggevarer\\_og\\_bygningsdeler#i7](https://www.byggforsk.no/dokument/215/egenlaster_for_bygningsmaterialer_byggevarer_og_bygningsdeler#i7) (Hentet: 24.04.2020).
- SINTEF Certification (u.å.) *CE-merking av byggevarer*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintefcertification.no/portalpage/index/70> (Hentet: 25.11.2019).
- Solgaard, A. (2020) *Fagartikkel: EUs sirkulære ambisjoner - hva betyr de for bygg- og eiendomssektoren i Norge?* Tilgjengelig fra: <https://nyheter.byggalliansen.no/news/fagartikkel-eus-sirkulaere-ambisjoner-hva-betyr-de-for-bygg-og-eiendomssektoren-i-norge-397685> (Hentet: 14.05.2020).
- Solli, K. H. og Glasø, G. (2011) *Trebaserte plater*. (Fokus på tre): Trefokus og Treteknisk. Tilgjengelig fra: <http://www.treteknisk.no/publikasjoner/fokus-pa-tre> (Hentet: 01.04.2020).
- Standard Norge (2015) *Varmeisolasjonsprodukter for bygninger*
- Fabrikkframstilte produkter av mineralull (MW) Krav. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 20.05.2020).
- Standard Norge (2018a) *Regler for standardiseringsarbeid*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/standardisering/hvordan-lages-standarder/regler-for-standardiseringsarbeid/> (Hentet: 14.03.2020).
- Standard Norge (2018b) *Dokumentasjon for forvaltning, drift, vedlikehold og utvikling for bygninger (FDVU-dokumentasjon) (b. SN/TS 3456:2018 (no))*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/> (Hentet: 14.02.2020).
- Standard Norge (2020) *Harmoniserte standarder*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/standardisering/ce-merking/nye-metode-og-harmoniserte-standarder/> (Hentet: 20.03.2020).
- Statens Bygge- og eiendomsdirektorat (1989) *Oppland Distriktshøyskole Sørhove - Ferdigmelding nr. 355*. Tilgjengelig fra: Statsbygg (Hentet: 01.02.2020).
- Statens Bygningstekniske etat (1990) *Veiledning til Byggeforskrift 1987 - Rett og slett*. Oslo, Norge: Norsk Byggtjenestes Forlag. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/liste-over-tidligere-regelverk/Byggereglene-for-1997/> (Hentet: 15.04.2020).

- Statistisk sentralbyrå (2020a) *Avfall fra byggeaktivitet*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/avfbygganl> (Hentet: 16.04.2020).
- Statistisk sentralbyrå (2020b) *Avfallsregnskapet*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfregno> (Hentet: 21.04.2020).
- Statsbygg (2017) *Mulighetsstudie for ombruk og gjenbruk av bygningsdeler og rivemasser i regjeringskvartalet*. Tilgjengelig fra: Intern kilde, Statsbygg (Hentet: 29.01.2020).
- Strand, S. S. (2020) *Dette er de nye grenseverdiene for krom 6 i betong*. Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1422590> (Hentet: 10.04.2020).
- Sørnes, K. *et al.* (2014) *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer*. SINTEF Fag (Hentet: 26.10.2019).
- Teknisk Ukeblad (2019) *Derfor svikter Norge*, 17.12.2019.
- Tjora, A. (2018) *Viten skapt*. 1. utg. Oslo. Cappelen Damm Akademisk.
- United Nations (2017) *Circular Economy*. Industrial Development Organization. Tilgjengelig fra: <https://www.unido.org/our-focus-cross-cutting-services/circular-economy> (Hentet: 09.12.2019).
- Valde, S. og Ottesen, M. E. (2017) *773.340 Asbest i bygninger. Forekomst og påvisning*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/731/asbest\\_i\\_bygninger\\_forekomst\\_og\\_paavisning](https://www.byggforsk.no/dokument/731/asbest_i_bygninger_forekomst_og_paavisning) (Hentet: 14.05.2020).
- Wahlström, M. *et al.* (2019) *Improving quality of construction & demolition waste - Requirements for pre-demolition audit*. Copenhagen. Copenhagen: Nordisk Ministerråd.
- Widenoja, E., Myhre, K. og Kilvær, L. (2018) *DP118 Ombruk av stål og tilknyttede byggematerialer*. Norsk Stålforbund. Tilgjengelig fra: [https://www.stalforbund.no/uploads/source/files/products/Ombruksrapporten\\_utgave\\_1.1.pdf](https://www.stalforbund.no/uploads/source/files/products/Ombruksrapporten_utgave_1.1.pdf) (Hentet: 14.05.2020).
- Widing, G. (2019) *Jakter brukte materialer til prestisjeprojekt*. Tilgjengelig fra: <https://www.estatenyheter.no/jakter-brukte-materialer-til-prestisjeprojekt/255203> (Hentet: 20.11.2019).
- WSP (2019) *RIK ARKITEKTUR UTVIDER VIRKSOMHETEN*. Tilgjengelig fra: <https://www.wsp.com/nb-NO/nyheter/2019/no-rik-arkitektur-markerer-fusjon> (Hentet: 20.03.2020).
- Wærp, S. (2018) *700.802 Miljøkartlegging og miljøsanering ved riving og ombygging*. Tilgjengelig fra: [https://www.byggforsk.no/dokument/644/miljoekartlegging\\_og\\_miljoesanering\\_ved\\_riving\\_og\\_ombygging](https://www.byggforsk.no/dokument/644/miljoekartlegging_og_miljoesanering_ved_riving_og_ombygging) (Hentet: 20.03.2020).
- Yin, R. K. (2018) *Case study research and applications : design and methods*. 6. utg. Los Angeles. SAGE.
- Zanda (2017) *Zanda Elegant Betongtakstein – FDV datablad*. Tilgjengelig fra: <https://www.zanda.no/takproff/faktablad/fdv-dokumentasjon.html> (Hentet: 15.04.2020).
- Øvrum, A. og Skaug, E. (2012) *Konstruksjonsvirke*. (Fokus på tre): Trefokus og Treteknisk. Tilgjengelig fra: <http://www.treteknisk.no/publikasjoner/fokus-pa-tre> (Hentet: 30.03.2020).

# 9 VEDLEGG

## 9.1 OMBRUKSKARTLEGGING

### Bygning: Sørhove

Dokumenttype: Ombrukskartlegging

Annen info: Mengdene er kun estimater.

Lokasjon	Bygningsdelsnummer	Bygningsdel	TG	ID	Beskrivelse	Mengde	Enhet	Dimensjon/mål	Vekt (ton)	Areal (m <sup>2</sup> )
Fasader	232	Ikke-bærende yttervegg	IU		K-virke, utfyllingsvegger	2403	lm	48x98 mm	6,3	
Fasader	232	Ikke-bærende yttervegg	IU		Mineralull, utfyllingsvegger	116	m <sup>3</sup>	100x560x1200 n	3,5	
Fasade Sør-vest og Nord-øst (hage)	234	Vinduer	3	V1	Vinduer i kontor/grupperom	106	stk	10x12 M		127,2
Fasade Nord-øst (hage)	234	Vinduer	3	V2	Vindu fra undervisningsrom, k-fløy	8	stk	18x12 M		17,28
Fasade Nord	234	Vinduer	3	V3	Vinduer i fasade nord	3	stk	14x21 M		8,82
Fasade Sør-vest	234	Vinduer	3	V4	Vinduer i utstikk, k-fløy	6	stk	14x12 M		10,08
Fasade Sør-vest	234	Vinduer	3	V5	Vinduer over inngangsparti	2	stk	29x15 M		8,7
Fasade Sør-vest	234	Vinduer	3	V6	Nordvendt vindu fra rom 334	1	stk	35x29.6 M		10,36
Fasade Sør	234	Vinduer	3	V7	Sørvendt vindu fra rom 334	1	stk	30x18 M		5,4
Fasade Sør	234	Vinduer	3	V8	Vinduer til grupperom/kontor	7	stk	26.9x18 M		33,89
Fasade Sør	234	Vinduer	3	V9	Vinduer i utstikk, U-fløy	2	stk	19x21.5 M		8,17
Fasade Sør-øst	234	Vinduer	3	V10	Vinduer langs inngangsparti, 3. plan	2	stk	30x8 M		4,8
Fasade Sør-øst	234	Vinduer	3	V11	Vinduer langs inngangsparti, 3. plan	1	stk	35x19.6 M		6,86
Fasade Sør-øst	234	Vinduer	3	V12	Vinduer langs inngangsparti, 3. plan	1	stk	7.5x21 M		15,75
Fasade Sør-øst	234	Vinduer	3	V13	Vinduer langs inngangsparti, 3. plan	1	stk	17x21 M		3,57
Fasade Sør	234	Vinduer	3	V14	Vinduer til grupperom/kontor	32	stk	13.2x9 M		38,02
Fasade Nord-øst	234	Vinduer	3	V15	Vinduer langs rampe, plan 2.	2	stk	22x25 M		11
Fasade Nord-øst	234	Vinduer	3	V16	Vinduer i trapperom	2	stk	2x57.5 M		2,3
Fasade Nord-øst	234	Vinduer	3	V17	Nordvendt vindu i trapperom, k-fløy	1	stk	25x4 M		1
Fasade Sør	234	Vinduer	3	V18	Vindu fra WC-rom 221/323	1	stk	3x45.2 M		1,36
Fasade Sør	234	Vinduer	3	V23	Originalvinduer, 1989	1	stk	10x9 M		0,9
Fasade Sør	234	Vinduer	3	V25	Vindu ved inngangsparti, 1. plan	1	stk	20x21 M		4,2
Fasade Sør-øst	234	Ytterdører	IU	YD1	Ytterdør, 3. plan U-fløy	1	stk	20x21 M		4,2
Fasade Sør-vest	234	Ytterdører	1	YD1	Ytterdør, 1. plan (byttet i 2012)	1	stk	20x21 M		4,2
Fasade Nord-øst	234	Ytterdører	2	YD2	Ytterdør trapperom, 1. plan	1	stk	18x21 M		3,78
Fasade Nord-øst	234	Ytterdører	IU	YD3	Ytterdør etter rampe, 2. plan	1	stk	23x21 M		4,83
Fasade Sør og Nord-øst	235	Utvendig kledning og overflate	2		Plattekledning av kryssfinér	110	stk	15x2440x1220 n	2,6	217
Sørhove	235	Utvendig kledning og overflate	2		Pusset forblending av lettklinker	4500	stk	100x250x500 m	57,9	752
Sørhove	242	Ikke-bærende innervegg	IU		K-virke fra innervegger	2746	lm	48x98 mm	6,3	
Sørhove	242	Ikke-bærende innervegg	IU		Mineralull, innervegger	89	m <sup>3</sup>	100x560x1200 n	2,7	
Sørhove	244	Innderdører	IU	ID1	Vindfangdør, 3. plan U-fløy	1	stk	20x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	IU	ID1	Vindfangdør, 1. plan (byttet i 2012)	1	stk	20x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID2	Dører i korridor, k-fløy	8	stk	14x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID5	Dør i korridor, 1. plan k-fløy	1	stk	14x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID5	Dør til gangbro, 3. plan u-fløy	1	stk	16x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	IU	ID6	Dør til sluse, 2. plan	1	stk	16x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID8	Dør til tavlerom, 1. plan k-fløy	1	stk	10x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	IU	ID11	Dør til auditorium, 3. plan	2	stk	20x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID12	Dør til trapperom	3	stk	18x21		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID13	Dører til H-WC og elevgarderobe, k-fløy	4	stk	10x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID14	Dører til garderobe/WC, k-fløy	11	stk	9x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID15	Dører til grupperom, 2. og 3. plan	9	stk	10x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID16	Dører til kontor/grupperom (plan 1: k+u56)	56	stk	10x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	IU	ID17	Dør til maskinrom, 3. plan	1	stk	11x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	IU	ID21	Dør til lager under auditorium, 1. plan	1	stk	10x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID24	Dør til el-skap, 2. plan k-fløy	1	stk	22x21 M		
Sørhove	244	Innderdører	2	ID25	Dør til el-skap i sluse, 2. plan	1	stk	14x21 M		
Sørhove	246	Kledning og overflate	2		Striekledd gipsplater, innervegger	1017	m <sup>2</sup>			
Korridorer, m.m.	257	Systemhimlinger	2		Standard systemhimling	IK		600x600		
Datarom, 2. etg.	257	Systemhimlinger	2		Spilehimling i metall	IK				
Tak, kontorfløy	262	Taktekking	2		Dobbeltkrummet betongtakstein, Zand:4500	20	stk			
Sørhove	314	Armaturer for sanitærinstallasjon	2		Et-greps servantarmatur	19	stk			
Sørhove	315	Utstyr for sanitærinstallasjoner	2		Gulvmonterte vannklosett, porselen	12	stk			0,36
Sørhove	315	Utstyr for sanitærinstallasjoner	2		Servanter, porselen	16	stk			0,3
Sørhove	315	Utstyr for sanitærinstallasjoner	2		HC Gulvmonterte vannklosett, porselen	3	stk			0,09
Sørhove	315	Utstyr for sanitærinstallasjoner	2		HC servanter, porselen	3	stk			0,07
Sørhove	331	Installasjon for manuell brannsløt	2		NOHA Brannskap med brannslanger	7	stk			
Sørhove	362	Kanalnett for luft	1		Rektangulære kanaler	17	m	500x400		0,25
Sørhove	362	Kanalnett for luft	1		Rektangulære kanaler	37	m	400x350		0,5
Sørhove	362	Kanalnett for luft	1		Sirkulære kanaler	27	m	Ø400		0,3
Sørhove	362	Kanalnett for luft	1		Sirkulære kanaler	140	m	Ø315		1,3
Sørhove	362	Kanalnett for luft	1		Sirkulære kanaler	273	m	Ø250		1,9
Sørhove	362	Kanalnett for luft	1		Sirkulære kanaler	52	m	Ø200		0,3
Sørhove	362	Kanalnett for luft	1		Sirkulære kanaler	146	m	Ø160		0,7
Sørhove	443	Nødløststyr	1		Nødløssentral	1	stk			0,06
Sørhove	443	Nødløststyr	1		Markeringslys	37	stk			0,02
Sørhove	443	Nødløststyr	1		Ledelys	58	stk			0,07

## 9.2 OMBRUKSVURDERINGER

	Ventilasjonskanaler	Vinduer	Kryssfinér	K-virke	Leca	Innerdører
<b>Markedsvurdering</b>	<b>1,7</b>	<b>2,3</b>	<b>2</b>	<b>1,7</b>	<b>2</b>	<b>1,7</b>
Mengde	2	1	1	1	1	2
Ekstern etterspørsel	2	3	3	3	3	2
Bruksverdi	1	3	2	1	2	1
<b>Demontering</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Demonterbarhet	1	1	1	2	3	1
Robusthet	1	1	2	2	3	1
<b>Håndtering</b>	<b>1,7</b>	<b>2,7</b>	<b>2,3</b>	<b>2</b>	<b>1,3</b>	<b>2</b>
Vekt	2	3	3	2	1	3
Risiko (HMS)	2	2	2	2	2	1
Robusthet	1	3	2	2	1	2
<b>Bearbeiding</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>1,5</b>
Omfang	2	2	2	2	3	2
Nødvendig utstyr	2	2	2	3	3	1
<b>Mellomlagring</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>
Fasiliteter	2	2	3	2	3	2
Beskyttelse	2	3	3	2	1	3
<b>OMBRUKS-SCORE</b>	<b>1,7</b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>1,7</b>
	Betongtakstein	Mineralull	Sanitær	Nødllys	Brannskap	
<b>Markedsvurdering</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2,7</b>	
Mengde	2	1	3	3	3	
Ekstern etterspørsel	2	3	2	2	3	
Bruksverdi	1	1	1	1	2	
<b>Demontering</b>	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
Demonterbarhet	1	1	1	1	1	
Robusthet	1	2	1	1	1	
<b>Håndtering</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>1</b>	
Vekt	1	1	1	1	1	
Risiko (HMS)	2	2	1	1	1	
Robusthet	1	2	2	3	1	
<b>Bearbeiding</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	
Omfang	2	2	2	2	2	
Nødvendig utstyr	1	1	1	1	1	
<b>Mellomlagring</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
Fasiliteter	2	2	1	1	1	
Beskyttelse	2	3	2	3	3	
<b>OMBRUKS-SCORE</b>	<b>1,4</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	

### 9.3 LISTE OVER BENYTTET PROSJEKTDOKUMENTASJON

<b>Generell bygningsinformasjon</b>
Ferdigmelding, 1989
<b>Originaltegninger, 1988-89</b>
Plantegninger: Plan 1, 2 og 3.
Snittegninger: Snitt A-A, B-B, C-C, D-D, E-E, F-F og G-G
Fasadetegninger: Fasade Nord
Detaljtegninger, vertikalsnitt; med tekstforklaring
Detaljtegninger, horisontalsnitt; uten tekstforklaring
<b>Rehabiliteringsprosjektets omfang</b>
PowerPoint-presentasjoner fra byggherre, Statsbygg
PowerPoint-presentasjoner fra arkitekt, WSP/RiK
<b>Utførte analyser og utredninger</b>
Tilstandsanalyse, generell
Tilstandsanalyse, brannteknisk
Tilstandsanalyse, ventilasjonsaggregater
Miljøsaneringsrapport
<b>Nye prosjekttegninger</b>
Plantegninger, konsept: Plan 1, 2 og 3.
Plantegninger, riveplan: Plan 1, 2 og 3.
Plantegninger, brann: Plan 1, 2 og 3.
Plantegninger, ventilasjon: Plan 1, 2 og 3.
Fasadetegninger: Sør-vest, Sør, Nord, Nord-øst i hage, Nord-øst
<b>Dokumenter fra Driftsfase</b>
FDVU-mappe, Nødløsløst 2013: Ytelseserklæring, systembeskrivelse, m.m.
Produktdokumentasjon, nye innerdører (2012)

## 9.4 LISTE OVER STUDERTE STANDARDER

Byggevarer	Standardnummer	Standardtittel	AVCP-system
Rektangulære og sirkulære ventilasjonskanaler	NS-EN 12237:2003 (+ NS-EN 1505:2007)	Ventilasjon i bygninger - Kanalsystem - Styrke og lekkasje for sirkulære kanaler	-
Vinduer	NS-EN 14351-1:2006+A2:2016+NA:2017	Vinduer og dører - Produktstandard, egenskaper - Del 1: Vinduer og ytterdører	1 3 4 <sup>1</sup>
Kryssfinér	NS-EN 13986:2004 (+ NS-EN 326-2:2010)	Trebaserte plater til bruk i bygg og anlegg - Egenskaper, evaluering av samsvar og merking	1 3 4 <sup>1</sup>
Leca blokker	NS-EN 771-3:2011 (+ NS-EN 772-1:2011)	Krav til murprodukter - Del 3: Murprodukter av betong (tunge og lette tilslag)	2+
Betongtakstein	NS-EN 490:2011 (+ NS-EN 491:2011)	Takstein og tilbehørstein av betong for takteking og fasadekledning – Produktkrav	2+
Plater av mineralull	NS-EN 13162:2012	Varmeisolasjonsprodukter for bygninger - Fabrikframstilte produkter av mineralull (MW) – Krav	1 3 4 <sup>17</sup>
Gulvmonterte vannklosetter	NS-EN 997:2018	Klosettskåler og vannklosetter med innebygd vannlås	4
Servanter	NS-EN 14688:2015	Sanitærutstyr - Servanter - Funksjonskrav og prøvingsmetoder	4
Nøddlysanlegg	NEK EN 60598-2-22:2014	Lysarmaturer - Del 2-22: Spesielle krav til armaturer for nøddlys	-
Brannslangeskap	NS-EN 671-1:2012	Faste brannsløkkesystemer – Slangesystemer – Del 1: Slangetromler med formstabil slange	1

<sup>17</sup> Avhengig av formål.



## 9.5 INTERVJUGUIDE, DIBK

1. Byggeprosjektet jeg skriver om ble ferdigstilt i 1989. Gjeldende lovverk på tidspunktet for opprinnelig omsetning var da PBL 1985 med Byggeforskrift 1987. I BF 1987 står det at forskriftsendringene i kap. 12 og 13, som omfatter Byggevaredirektivets bestemmelser, ble vedtatt og gjeldende 12.4.96 (BF 1987, s.81). Vil det si at Byggevaredirektivet ikke ble gjeldende i Norge før 1996?
2. Dersom en byggevare er bragt i omsetning første gang før 1. juli 2013, og da oppfylte kravene i byggevaredirektivet av 1989, skal kravene i Byggevareforordningen anses oppfylt, jf. forordningens art. 66. Videre har jeg lest at byggevarer som oppfylte dokumentasjonskravet på tiden da det ble bragt i omsetning før Byggevaredirektivet ble gjeldende, anses å oppfylle Byggevareforordningens krav på samme måte. Hvor står dette spesifisert?
3. I BF 1987 kap. 12 gis bestemmelser der det må dokumenteres samsvar med godkjennings- og kontrollordninger for ulike fabrikkframstilte elementer. Dette gjelder da kun byggevarer underlagt tvungne ordninger, ikke frivillige. Ifølge forskriftens veiledning gjelder dette både åpne og lukkede elementer, men kun dersom de inngår i bæresystem eller «hovedbygningssdeler»; herunder takkonstruksjoner, yttervegger, etasjeskillere, m.m. MEN – dersom åpne elementer ble prosjektert etter dagjeldende NS, omfattes de ikke av godkjennings- og kontrollordningene. Gitt et scenario der man ønsker å demontere og omsette konstruksjonsvirke eller Leca blokker fra utfyllingsvegger ved rehabilitering, og benytter seg av overgangsbestemmelsene jf. Byggevareforordningens artikkel 66; er det da tilstrekkelig å fremskaffe dokumentasjon på at byggevaren opprinnelig samsvarte med relevant kontrollordning for å lovlig omsette disse materialene? Hvilken type dokument snakker vi i så fall om, og hvem har muligens denne dokumentasjonen?
4. Dersom dokumentasjon på at dagjeldende krav ble oppfylt, ikke eksisterer lenger; kan de ansvarlige prosjekterende/utførende fra den opprinnelige prosjektorganisasjonen «bevise» at dagjeldende krav ble oppfylt på andre måter, slik at overgangsbestemmelsene allikevel kan benyttes, og ombruk kan realiseres uten å forholde seg til Byggevareforordningens forpliktelser jf. AVCP-systemene? Eksempelvis ved å vise v.h.a. tegningsgrunnlag og fotodokumentasjon av byggevaren ved demontering at «ja, byggevaren har egenskapene som samsvarer med de dagjeldende funksjonskrav». For mange byggevarer er jo AVCP-systemene så å si umulig å etterfølge i praksis, mht. produksjonskontroller o.l.
5. Hvis en byggevare ønskes ombrukt i sin opprinnelige form men under nytt eierskap, og dokumentasjonskrav jf. Art. 66 er oppfylt forut for omsetning, er det i utgangspunktet lovlig å omsette. Men i tilfeller der byggevaren er 30 år gammel,

kan det tenkes at byggevarens tekniske egenskaper ikke lenger samsvarer med opprinnelig dokumentasjon, og at man som byggeier anses å ha endret byggevarens vesentlige egenskaper. Jf. Art. 15 kan man da risikere å anses som produsent, og må oppfylle medfølgende forpliktelser iht. gjeldende harmonisert standard/AVCP-system. Hvordan vurderer dere som tilsynsmyndighet at en byggevare anses å være så endret at man omfattes av denne artikkelen? Hvis jeg igjen trekker frem eksempelet med å ombruke 30 år gammelt konstruksjonsvirke; hvis det viser seg ved visuell styrkesortering at treverket ikke lenger har samme fasthetsklasse som opprinnelig, og dermed ikke samsvarer med opprinnelig dokumentasjon – anses man da å stå ovenfor en førstegangsomsetning av treverket, med produsentansvar jf. forordningen?

6. Hvis man som byggeier ønsker å bearbeide og således endre byggevarens vesentlige ytelser før den ombrukes i samme bygg men til et annet formål, blir man da ansett å være produsent jf. Byggevareforordningen selv om varen ikke omsettes? Eller er det nok å dokumentere oppfyllelse av relevante funksjonskrav jf. TEK? Eksempelvis om man gjør om ventilasjonskanaler til utvendig kledning.
7. Hvordan fører dere tilsyn med produktdokumentasjon i slike prosjekt? Kommunene er jo ansvarlige for å føre tilsyn med dokumentasjon i byggesaker – hvis de ikke sitter på nødvendig kompetanse om ombruk av byggevarer og lovkravene rundt dette, hvordan fanger dere opp eventuelle avvik? Hva er konsekvensene av å «jukse» med opprinnelig dokumentasjon eller lignende?
8. Det jobbes med å revidere Byggevareforordningen. Kan dere si noe om hvordan det jobbes med å tilrettelegge regelverket for ombruk? Kanskje særskilte unntak fra AVCP-forpliktelsene for ombruksvarer, med mulighet for å dokumentere ytelser på annet vis?

## 9.6 INTERVJUGUIDE, TRETEKNISK

1. Kan dere beskrive hvordan testing/kontrollering av konstruksjonsvirke gjennomføres og dokumenteres, og hvordan dette teoretisk kan tilrettelegges brukt konstruksjonsvirke? Evt. forklare hvorfor dette IKKE lar seg gjøre for brukt konstruksjonsvirke?
2. Er det slik at visuell testing iht. NS-EN INSTA 142 er nok for å tilfredsstille NS-EN 14081, og dermed muliggjøre ombruk? Hvis ikke, gjerne forklar.
3. *Gamle mursten* i Danmark utarbeidet en egen EAD/ETA-ordning for å CE-merke brukt murstein. Kunne dette vært en mulighet for konstruksjonsvirke?
4. I prosjektet jeg skriver om skal det rives mye konstruksjonsvirke fra utfyllingsvegger og innervegger (48x98mm). Dette er trevirke fra 1989, uten opprinnelig dokumentasjon tilgjengelig. Hvis dette ikke lar seg redokumentere for å kunne omsettes – kan man dokumentere relevante ytelser slik at konstruksjonsvirke oppfyller krav jf. TEK, og kan brukes i samme bygg?
5. Vurderer dere konstruksjonsvirke fra 1989 som egnet for ombruk? I så fall – til hvilke formål/bruksområder?
6. Jobber dere med ombruk av andre trebaserte materialer enn konstruksjonsvirke?
7. Kryssfinérplatene i prosjektet jeg skriver om tilfredsstiller ikke brannkrav for å kunne ombrukes lokalt i fasaden. Er det mulig å demontere, brannmale (e.l.), og montere dem igjen? Hvis ikke – hvilke bruksområder er aktuelle, etter deres mening?

## 9.7 LISTE OVER KONTAKTEDE AKTØRER IFBM. INTERVJUER/SAMTALER

Kontakt	Dato	Form for samtale
Svanemerket	02.03.2020 – 06.05.2020	Mailkorrespondens
Gether AS	30.04.2020 – 09.05.2020	Mailkorrespondens
Treteknisk	11.05.2020	Video-intervju
DiBK	17.04.2020	Mail-intervju
Statsbygg, drift Sørhove	23.04.2020-15.05.2020	Mailkorrespondens
WSP/Rik arkitektur	14.03.2020	Mailkorrespondens
Lillehammer kommune	12.04.2020 – 14.04.2020	Mailkorrespondens
Leca Norge	14.05.2020-25.05.2020	Mailkorrespondens
Jeldwen	27.03.2020	Mailkorrespondens
Monier	25.05.2020	Mailkorrespondens
Porsgrund (Geberit Group)	25.05.2020	Mailkorrespondens
Kontrollrådet for betong	29.05.2020	Mailkorrespondens

