

FUTURE  
BUILT

SPACES.

entra



Foto: Mad Arkitekter for Entra

## Erfaringsrapport ombruk

*Kristian Augusts gate 13*

<b>1 INTRODUKSJON .....</b>	<b>5</b>
1.1 Byggeiers erfaringer .....	5
1.2 Bakgrunn for rapporten: MÅL om ombruk.....	5
1.3 Aktører i prosjektet.....	6
1.4 Vurderingspunkter .....	12
<b>2 ARKITEKTFAGLIG.....</b>	<b>13</b>
2.1 Arkitekt og utførendes erfaringer .....	13
2.2 Fasadeglass .....	15
2.3 vinduer i eksisterende bygg.....	16
2.4 vinduer i tilbygg .....	16
2.5 fasadekledning .....	19
2.6 tette innervegger.....	22
2.7 kontorfronter i glass .....	24
2.8 innerdører .....	26
2.9 gulv .....	30
2.10 himling .....	33
2.11 amfitrapp .....	36
2.12 Rekkverk (innvendig).....	37
<b>3 INTERIØR.....</b>	<b>40</b>
3.1 interiørarkitekten og leietakers erfaringer .....	40
3.2 eksisterende overflater .....	41
3.3 restefliser.....	43
3.4 spilekledning .....	45
3.5 kjøkkeninnredning .....	46
3.6 auditoriestoler .....	48
3.7 annen innredning.....	49
<b>4 BYGGTEKNISK .....</b>	<b>53</b>
4.1 rådgivende og utførende byggteknisk; erfaringer .....	53
4.2 stålkonstruksjoner .....	54
4.3 trekonstruksjoner.....	58
4.4 brannvegg i tegl.....	59
4.5 alternativ brannvegg i kompaktvegg-elementer (vurdering i forprosjekt) .....	63
4.6 hulldekker .....	63
4.7 intern trapp fra 8 til 9 etg.....	67
<b>5 RØR OG VENTILASJON .....</b>	<b>68</b>
5.1 rådgivende og utførende VVS; erfaringer .....	68
5.2 sanitærutstyr .....	69
5.3 radiatorer .....	71
5.4 brannslangeskap .....	73
5.5 metallrør .....	74
5.6 luftfordeling.....	75
5.7 kjølebafler .....	77
5.8 viftekonvektør (fancoils) .....	79
<b>6 ELEKTRO OG HEIS.....</b>	<b>80</b>
6.1 rådgivende og utførende elektro; erfaringer .....	80

6.2	Kabelbaner og kabelstiger.....	81
6.3	Veggkanaler.....	81
6.4	Stikkontakter.....	82
6.5	Belysning .....	83
6.6	Heis.....	83
6.7	Miljø- og kostnadsvurderinger, elektro og heis .....	84
<b>7</b>	<b>LANDSKAP .....</b>	<b>85</b>
7.1	Landskapsarkitektens erfaringer.....	85
7.2	Terrassegulv .....	85
7.3	Rekkverk (utvendig) .....	87
7.4	Plantekasser og Benker .....	89
7.5	Jordblanding med kompost .....	90
<b>8</b>	<b>OPPSUMMERING.....</b>	<b>91</b>
8.1	Resultater.....	91
8.2	Praktiske læringspunkter .....	95
8.3	Kvalitetssikring, dokumentasjon og ansvar.....	98
8.4	Endringsdyktighet og om brukbarhet .....	100
8.5	Kostnader .....	106
8.6	Miljøvurderinger .....	111

## **Forord**

Erfaringsrapporten er utarbeidet av ombruksteamet i KA13-prosjektet med Anne Sigrid Nordby (ombruksrådgiver) som hovedredaktør, med Randi Lunke (ombrukskoordinator) og Rune Andersen (prosjektleder) som medredaktører og historiefortellere. Alle prosjekterende, utførende, leverandører og leietaker har vært viktige bidragsytere med fakta og deling av erfaringer. Reisen gjennom ombruksprosjektet har vært langs en lite opptråkket løype med mange avstikkere underveis.

Rapporten baseres blant annet på mulighetsstudien for ombruk fra forprosjektfasen og på erfaringsrapporter fra FutureBuilt-workshops. Den diskuterer praktiske/ tekniske muligheter og utfordringer ifm. ombruk av bygningsdeler i KA13, og grunngir konklusjoner ang. hvorfor/ hvorfor ikke ombruk har latt seg gjennomføre.

Ombruksteamet må ta forbehold om at faktafeil eller uteglemte detaljer kan forekomme. Minner også om at erfaringer KA13-prosjektet har gjort seg ikke nødvendigvis er direkte overførbare til andre prosjekter. Vi håper at alle som leser erfaringsrapporten vil få glede av den og inspireres til å bidra til det grønne skiftet gjennom videre arbeid med ombruk. Vi har tråkket opp deler av løypa, og håper og tror det kan gjøre det lettere for alle som kommer etter.

Entra ASA har opphavsrett til erfaringsrapporten.

# 1 Introduksjon

## 1.1 BYGGEIERS ERFARINGER

### *ENTRA ved prosjektansvarlig Håvar Haugen Espelid*

Kristian Augusts gate 13 ble kjøpt av Entra i 2016 som en del av planene for kvartalet på Tullinløkka. Det ble gjort flere mulighetsvurderinger for eiendommen, hvor man så på muligheten for et nybygg, eller rehabilitering og ombruk. På bakgrunn mulighetsstudiene ble det besluttet at prosjektet skulle gjennomføres som et ombruksprosjekt hvor man ønsket å rehabiliterere eksisterende eiendomsmasse og oppføre et tilbygg med så mye ombrukselementer som overhodet mulig. Entra var heldige og fikk med seg Spaces som leietaker og samarbeidspartner i prosjektet, dette bidro til realisering av prosjektet. Entra sine mål om å være miljøledende og hele tiden ha et pilotprosjekt i sin eiendomsportefølje, veide tungt når man besluttet å gå for et fullskala ombruksprosjekt.

I tiden frem til igangsetting av ombruksprosjektet, var det viktig for Entra å få bistand fra aktører i bransjen og samarbeidspartnere som kunne bistå oss i ombruksprosessen og hadde tro på prosjektet. Vi hadde dannet oss et bilde av hvordan ombruk skulle være, og sett for oss en del problemstillinger som kunne oppstå i prosessen. Uansett hvor godt forberedt vi var, har det kommet mange overraskelser underveis.

Prosjektet har vært krevende på alle områder, og prosjekteringsfasen har pågått lengre enn et ordinært byggeprosjekt. Det har vært krevende å fremskaffe produkter og å fremskaffe dokumentasjon både for tekniske egenskaper, men også for å kunne omsette produktene på lovlige vis.

Et av nøkkelskrittene for at vi har klart å fullføre prosjektet og klart en stor del av ombruk, har vært den stå-på-viljen og engasjementet som leietaker, konsulenter og entreprenører har vist i prosessen. En slik type prosjekt har aldri vært gjennomført i Norge, og at nettopp denne gruppen har klart dette kunstverket er ikke tilfeldig. Entra er veldig fornøyd med det prosjekterende og utførende har klart å leve, og håper at ombruksarbeidet som er påbegynt, vil bidra med å dra bransjen fremover ift. ombruk av byggevarer.

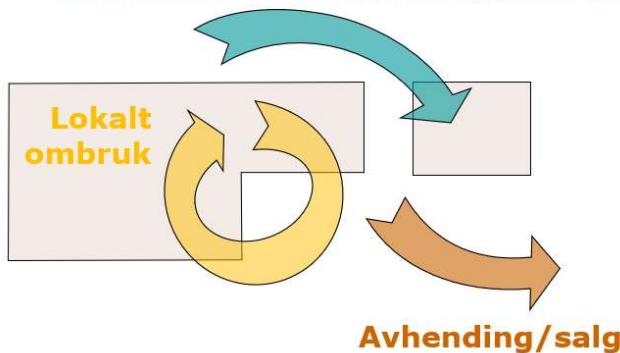
## 1.2 BAKGRUNN FOR RAPPORTEN: MÅL OM OMBRUK

Med bakgrunn i høye miljøambisjoner i Kristian Augusts gate 13 (KA13), ble det tidlig satt mål om høy grad av ombruk av bygningsdeler, inkludert bærende konstruksjoner. Yttervegger i eksisterende bygg ble i hovedsak beholdt, bortsett fra vinduer. Tilbygget på 8 etasjer og ny takterrass over 1. etg/bakgården, skulle i så stor grad som mulig bestå av ombrukte materialer.

Strategier og løsninger for dette har blitt tilpasset i prosjektet i tverrfaglige prosesser hvor alle fagdisipliner har vært involvert. I utgangspunktet ble det undersøkt en lang rekke bygningsdeler for ombruk, og det har underveis blitt utarbeidet lister over anskaffelsesbehov av brukte materialer fra andre bygg. Fagrådgivere (ARK, RIB osv.) har angitt mengder og kravspesifikasjoner til disse listene.

Parallelt med utviklingen av bygget, lanserte FutureBuilt sitt program og sine første kriterier for *sirkulære bygg*. KA13 ble første piloten i dette arbeidet, og etterlever nå som det første prosjektet FutureBuils kriteriesett for sirkulære bygg.

## Anskaffelse av brukte byggevarer



Det er 3 ulike  
materialstrømmer i KA13;

- Lokalt ombruk
- Avhending/salg
- Anskaffelse av brukte byggevarer

Disse materialstrømmene er fargekodet i rapporten, og resultater for ombruk av elementer er angitt med aktuell farge iht. type materialstrøm.

## 1.3 AKTØRER I PROSJEKTET

### 1.3.1 Byggherreorganisasjon

Tiltakshaver og prosjektansvarlig	Entra ASA
Leietaker	Spaces
Prosjektleder, prosjekteringsgruppeleder, byggeleder, rådgiver miljø og ombrukskoordinator	Insenti AS
Arkitekt	MAD Arkitekter
Interiørarkitekt og leietakers representant	Scenario Interiørarkitekter
Rådgiver ombruk, BRREAM, miljø, energi, LCA, dagslys, overvann, økologi og landskapsarkitekt	Asplan Viak
Rådgiver VVS og VA, tilfluktsrom og miljøkartlegging	Norconsult AS
Rådgiver elektro	Heiberg og Tveter AS
Rådgiver geoteknikk og betongtilstand	Multiconsult
Rådgiver byggteknikk og bygningsfysikk	Rambøll
Rådgiver brann	Fokus Rådgiving AS
Rådgiver akustikk	Brekke og Strand Akustikk AS
Rådgiver heis	HeisConsult AS
ITB-koordinator	EvoTek AS
BIM-koordinator	Pro-Consult AS
Uavhengig kontroll	B Consult AS, Firefly AS
FDV-web	CuroTech AS
SHA-koordinator	Sweco
Juridisk bistand	Kluge Advokatfirma AS

### **1.3.2 Entreprenører (kontrakter)**

Bygningsmessige arbeider og hovedentreprenør	Haandverkerne AS
Rivearbeider, stål og betongarbeider (råbygg tilbygg)	Øst-Riv AS og Stokke Stål AS (UE)
Ventilasjonsarbeider	Energima AS
Rørarbeider	Oslo-Akershus Rørleggerbedrift AS
Elektroarbeider	Kontakt El-installasjon AS
Automasjon, brann og sikkerhet	Schneider Electric Norge AS
Lås- og beslagsarbeider	Låsekspresen AS
Gulvoverflater	Oslo Tapet & Gulvbelegg AS
Glassvegger	Creo-Nordic Prosjekt AS
Modulvegger av tre	Termowood ASA
Amfitrapp	Trappemakeren AS
Montasje belegningsstein og tremmegulv	Ellingard Naturstein AS
Heis og løftebord	Thyssenkrupp Elevator AS
Tilkomstsystemer	Høyden AS
Grønne tak og plantebed	Bergknapp AS

### **1.3.3 Leverandører og andre aktører i verdikjeden: hvem/ hvor/ hvordan**

En lang rekke aktører har vært essensielle for å framskaffe brukte materialer og restmaterialer, og også for å bearbeide og tilpasse disse slik at KA13 kunne få tilført ombruksprodukter av god kvalitet. Verdikjeden for brukte materialer er ikke vel etablert, og mange nye spor innenfor ulike fag har her blitt tråkket opp.

Brukte byggevarer stammer fra over 25 bygg, som har vært i rive/rehabiliteringsprosess eller der bygningsdeler har blitt brukt midlertidig. Illustrasjonen under viser hvor de nærmeste «donorbyggene» er lokalisert.

Videre følger en gjennomgang av hvordan prosjektet kom i kontakt med ulike bygg/ byggeiere og andre aktører for fremskaffing og prosessering av brukte materialer i prosjektet. Full oversikt over ulike typer ombrukte byggevarer, og antall/ mengder av disse, er presentert i delkapitler i rapporten. En oppsummering av resultater er vist i tabellform og illustrert i kapittel 8.



## **Entra-bygg**

Entra har hatt egne bygg under rehabilitering som det er hentet bygningsdeler fra. Dette er:

- Universitetsgata 2
- St. Olavs plass 5
- Schweigaardsgate 15
- Tordenskjoldsgate 12
- Drammensvn 134

## **Private byggeiere**

- Dronning Eufemias gate 8 (Braathen eiendom)

Gjennom Resirql fikk vi anledning til å kontakte Braathen Eiendom som var i gang med å totalrehabilitere det såkalte «PWC-bygget» i Dronning Eufemias gate 8 (DEG8), for å se hvilke brukte elementer bygget hadde. Etter befaring, ble blant annet branndører mot trapperom utpekt som aktuelle for ombruk i KA13. Gjennom avtale med byggeier, og riveentreprenøren på DEG8 Betonmast, fikk vår entreprenør tilgang til å demontere det vi ønsket, uten kostnad.

- Kristian Augusts gate 23 (Høegh Eiendom)

Bygget var nylig kjøpt av Høegh fra Entra. Høegh ønsket å utvikle Kristian Augusts gate 23 (KA23) som et ombruksprosjekt og gjorde en ombrukskartlegging. Elementer de ikke så potensial i å ombruke i KA23 ble tilgjengeliggjort for KA13, og Entra har benyttet himlingsplater og noe elektro-materiell.

- Diakonhjemmet sykehus (Diakonhjemmet eiendom)

Prosjektleder for St. Olavs plass-prosjektet for Entra, formidlet senere kontakt til miljørådgiver fra Norconsult ifm. rehabilitering av Diakonhjemmet sykehus (Diakonhjemmet eiendom), der vi fant auditoriestoler som passet i prosjektet.

## **Offentlige bygg**

- Regjeringskvarteralet R4 (Statsbygg/ Veidekke)

I forbindelse med riving av bygg i Regjeringskvarteralet (R4 og Møllergata 17), inviterte Statsbygg til dialogmøte 12. mars 2019. Hensikten var å etablere kontakt med mottakere i markedet for bygningsdeler og rivemasser fra R4 og M17. Veidekke var riveentreprenør for prosjektet, og deres ombruksrådgiver Resirql hadde kartlagt ombruksmuligheter som ble presentert. Som et resultat av dette møtet, ble det etablert prosesser for avhending av blant annet hulldekkeelementer fra rivingen. Pris og fremdrift ble etter hvert diskutert direkte med Veidekke. I tillegg til KA13, var også flere andre aktører interesserte i å kjøpe hulldekk fra riveprosjektet i Regjeringskvarteralet.

- Refstad skole (Undervisningsbygg - UBF)

Ombruksrådgiver leste i Dagsavisen om planlagt riving av den da 11 år gamle skolen som var feilprosjektert og hadde byggskader, og fikk senere oversendt notat fra ombrukskartlegging gjennomført av Multiconsult. Asplan Viak tok kontakt med UBF og avtalte en befaring. Foto fra denne befaringen dannet sammen med ombruksrapporten grunnlag for diskusjoner i prosjekteringsteamet, og påfølgende befaringer med ARK, IARK og flere av de utførende. Vi møtte en svært positiv innstilling hos UBF ift. demontering av brukbare bygningsdeler, og fikk også lagre de demonterte varene i klasserom før de ble hentet til KA13.

- Oppsalhjemmet og Lambertseter sykehjem (Omsorgsbygg - OBY)

I forbindelse med Rambølls satsing på etablering av en ombruksplattform (*Rehub*), initierte de et samarbeid med KA13. Vi inngikk en avtale der Rehub skulle teste sin plattform ved å søke opp brukte produkter på vegne av KA13, mens ombruksrådgiver skulle gi en vurdering av plattformens grensesnitt og brukervennlighet. Rambøll fikk en liste med et antall elementer som vi var på jakt etter, og noe av dette ble funnet i Oppsalhjemmet og

Lambertseter sykehjem, eid av OBY. Samarbeidet resulterte i anskaffelse av kjøkkeninnredning til minikjøkken og fasadeplater i metall til KA13.

- Tøyenbadet (Kultur og Idrettsbygg - KID)

Asplan Viak gjennomførte i 2017 en ombrukskartlegging av Tøyenbadet ifm. en Enova-utredning, og hadde dermed bilder og oversikt over mulige ombruksvarer før riving. Dette materialet ble presentert for prosjekteringsgruppen, og det ble foretatt befaringer med ARK, IARK og utførende. KID var positive til demontering og salg av ulike komponenter, blant annet ble 12 store reflektorer som hang oppunder det store taket over svømmehallen demontert og ombruk i lyssjakten i KA13.

### **Leveranser av brukt gjennom entreprenører/ underentreprenører**

Øst-Riv har levert råbygget til tilbygget og framskaffet både brukt stål og brukt tegl fra bygg som har vært under riving/ rehabilitering. Brukt tegl er hentet fra:

- Strømsveien 185
- Bergensgata 41-43
- Bedriftsveien 7
- Darres gate 2

Øst-Riv har hentet brukt stål fra;

- Karl Johansgate 33
- Dronning Mauds gate 1-3

Stokke Stål har vært underentreprenør til Øst-Riv, og har framskaffet stål fra både restlager og midlertidig stål brukt blant annet i disse prosjektene:

- Hegnasletta 4 (Sandefjord)
- Tornsangeveien 25 (Fornebu, Bærum)

Ombruksentreprenøren Resirql har bistått prosjektet med både fremskaffing av brukte materialer og med leie av lagerplass ved deres tilholdssted på Vollebekk i Oslo. En stor leveranse var 26 stk. brukte vinduer fra et prosjekt i Kværnerbyen (Turbinveien 15). Resirql leverte også to vinduer i andre formater til prosjektet, og presenterte forøvrig kataloger over flere mulige brukprodukter fra bygg som de har kartlagt underveis. Vinduene som ble levert kom fra:

- Turbinveien 15
- Nordregate 20-22

### **Andre bruktleveranser**

Da vi var på jakt etter fasadeplater, kom Insenti over en annonse på Finn.no som kunne tilby et lager av brukte Cembrit-plater. Platene ble formidlet privat. Platene hadde vært feilmontert (skrudd for nære kanten), men uten at dette hadde betydning for vår bruk som oppdelt i mindre plateformater. Platene stammet fra:

- Akutten- og Hjerte-lunge-senteret, St. Olavs hospital i Trondheim

I forbindelse med FutureBuilt workshop for prosjektering av fasaden, kontaktet vi produsenten *Steni* som fasade-ekspert. Det viste seg at Steni, i tillegg til å sitte på et stort restlager som kunne benyttes i prosjektet, kunne tilby brukte plater fra rehabilitering av boligblokker i Trondheim:

- Alfred Trønnsdalsvei 9 (boligsameie), Trondheim

Foruten å levere både brukte plater og restmaterialer, bidro Steni med kapping og bearbeiding av fasadeplater til KA13.

### ***Restleveranser***

Parkettstudio har levert et restopplag med stavparkett til gulv i 1. etg. Dette besto av både restmateriell og returnerte materialer pga. feilbestillinger.

Bergersen Flis har levert ca. 340 m<sup>2</sup> keramiske fliser fra sitt restlager til vegger og gulv i toalettrom og bad.

Berg Studio har levert Bolon vinylbelegg fra restlager. Dette er lagt i interntrapp mellom 8. og 9. etasje.

### ***Bearbeiding og tilpassing av brukte materialer***

Trappemakeren har tatt imot håndløpere i tre fra Tøyenbadet og brukt disse ved bygging av amfitrapp. Trespiler fra badstuehimling, også fra Tøyenbadet, er benyttet som spiler under amfitrappen.

LUN møbelsnekker har tatt imot trespiller fra Refstad skole og tilpasset spilene til de områdene hvor de var ønsket brukt; inne i sittebåser i 1.etg og på vegger i kinorom i kjeller. LUN har også trukket om brukte auditoriestoler til kinorommet, og levert resepsjonsdisk av delvis ombrukte corianplater.

Lighthouse har bygget om glasskupler fra St Olavsplass 5 til resepsjonen.

CreoNordic leverte kontorfronter med en kombinasjon av nytt og brukt glass, og skaffet også 25 brukte kontordører. De leverte videre glassrekkeverk som inkluderte brukte glassfelt fra St. Olavsplass 5.

## 1.4 VURDERINGSPUNKTER

Vurderingskriterier for ombruk har vært praktisk/teknisk gjennomføring, kostnader og miljøvurderinger. Disse punktene danner også grunnlaget for beskrivelsene i erfaringsrapporten. Ulike momenter ved gjennomføringen av de enkelte ombrukselementene er beskrevet (mer eller mindre) kronologisk ift. prosjektets gang:

- Praktisk /teknisk gjennomføring, inkluderer;
  - ✓ Anskaffelser (søk, befaringer, aktører)
  - ✓ Vurderinger av utfordringer, evt. avslag
  - ✓ Miljøgifter
  - ✓ Konsekvenser for prosjektering
  - ✓ Kvalitetssikring
  - ✓ Bearbeiding, reparasjoner
  - ✓ Dokumentasjon
  - ✓ Ansvar /avtaler
  - ✓ Transport, lagerplass
  - ✓ Mengde og plassering i KA13
  - ✓ Montering, demonterbarhet
- Kostnader
- Miljøvurderinger
- Læringspunkter

I forbindelse med mulighetsstudiet som ble utarbeidet i forprosjekt (2018), foretok RIM vurderinger av kostnader og miljøpåvirkning (i form av klimagassutslipp) for et utvalg ombrukskonsepter. Anvendelse av brukte produkter ble sammenlignet med anvendelse av sammenlignbare nye produkter. Utvalget er gjort på bakgrunn av at de aktuelle produktene normalt har betydelig potensial (miljømessig og/eller kostnadsmessig), både i KA13 og generelt i tilsvarende byggeprosjekter.

To masterstudenter på NTNU (Vilde Vår Høydahl og Hanna Walter) har – samtidig med byggeprosessen i 2020 - beregnet miljøeffekter for fem ombrukte elementer: stålkonstruksjoner, hulldekker, vinduer, kjølebafler og himlingsplater. Tre bachelorstudenter på Oslo Met (Katja Jødal, Audun Hansveen og Erlend Hall) har parallelt sammenstilt kostnadsbildet for fire ombrukte elementer: stålkonstruksjoner, vinduer, kjølebafler og himlingsplater. Fagrådgivere og utførende for de ulike bygningsdelene har gitt innspill til grunnlaget for vurderingene.

Det er også gjort noen anslagsvise vurderinger av kostnader og miljøpåvirkning for enkelte andre elementer. Resultater og vurderinger oppgis under de aktuelle avsnitt, og diskuteres videre i oppsummeringskapittelet til slutt.

## 2 Arkitektfaglig

### 2.1 ARKITEKT OG UTFØRENDES ERFARINGER

#### ***Mad arkitekter ved arkitekt Noora Khezri og arkitekt/partner/CEO Åshild Wangensteen Bjørvik***

Å være arkitekt i prosjektet Kristian Augusts gate 13 har vært svært interessant. Vi har hatt en ambisjon om å vise at ombruk av byggematerialer ikke bare er mulig, men også attraktivt og fremtidsrettet. Prosjekteringen har vært mer arbeidskrevende enn vi antok i starten, og sammen med prosjektgruppen har vi tilegnet oss mye kunnskap.

KA13 i ferdig form er blitt strøkent, men historien bak er brokete og fargerik. Ombruksprosesser er annerledes enn vanlig bygging, og prosjektet påvirkes både av hvilke materialer som er tilgjengelige gjennom prosjektperioden, og hvordan man samarbeider om å bruke materialene. Både beslutningsprosesser og prosjekteringsprosesser er foreløpig mer komplekse med ombruk enn i vanlige prosjekter. Strategier og løsninger i KA13 har blitt skreddersydd gjennom tverrfaglige prosesser, der alle fagdisipliner og parter har vært involvert. Det iterative arbeidet, og samarbeidet mellom arkitektene, byggeren og de andre konsulentene, har nok vært enda viktigere og mer intensivt i KA13 enn det vanligvis er. Alle aktører vist et dypt engasjement, og det har vært både spennende og meningsfullt å være med på ferden.

KA13 har påvirket oss til å tenke nytt i alle de andre prosjektene våre. Vi har begynt å se verdien av eksisterende bygg og lokale, ombrukbare materialer helt annerledes. Vi kommer alltid å etterstrebe å ta vare på både gamle og «halvgamle» bygg, og vi kommer til å se enda grundigere etter verdier som finnes i eksisterende bygninger, byrom og landskap.

Vi har erfart at kvalitet i byggematerialer er helt avgjørende for å skape en sirkulær byggebransje. Man kan gjerne si at «avfall er ressurser på avveie» - men med lav kvalitet i materialtilfanget, blir ressursnivået tilsvarende lavt. Ombrukbare løsninger (design for demontering/remontering) sitter også i ryggmargen på en helt annen måte enn tidligere, og fra nå av kommer vi alltid til å etterstrebe demonterbare løsninger i våre nybygg.

Et viktig aspekt i en sirkulær byggebransje er at det vil kreve høy kompetanse, sterkt kreativitet, og et dypere deltagelse - både mellom de ulike fagene i prosjekteringen, og mellom prosjekterende og utførende. Ombruk fremtvinger et mer aktivt samarbeid, uløselig knyttet til den fysiske verden. Stikkord er material, kvalitet, mulighetsrom og håndverk. Samarbeidet med håndverkerne og alle de andre i teamet har vært svært givende, på en helt ny og spennende måte.

Vi har også sett at god arkitektur og estetisk kvalitet representerer store verdier i et ombruksperspektiv. Å lage tiltalende bygninger og byrom innebærer langsiktighet, og en større vilje til vedlikehold. Et vakert bygg blir varig fordi folk ønsker å beholde det, og det kan i seg selv være bærekraftig.

Ved å se, utnytte og videreutvikle byggets beste kvaliteter, har KA13 kommet bedre til sin rett. Og selv om de fysiske endringene på de eksisterende fasadene er minimale, er effekten høyst merkbar. Det er akkurat som om dette litt beskjedne bygget nå har rettet seg opp i ryggen, løftet blikket og funnet seg selv.

#### ***Haandverkerne (NCC) ved anleggsleder Kenneth Olav Christensen***

Haandverkerne startet opp arbeidet i juli 2019. I utgangspunktet ble jobben sett på som en vanlig jobb som skulle utføres med vanlige premisser, og forventningen var at miljøambisjonene knyttet til ombruk - som vanlig - ville vise seg å bli for vanskelige å gjennomføre. Når det gjelder ombruk blir det ofte mye prat og lite handling, men etter et par måneder skjønte vi at her var det alvor.

Vi måtte snu hodet, og sette oss inn i ombruksdelen. Det betyddet blant annet at vi ikke bare kunne bestille varer; Hva skulle brukes, hvor mye og hvor skulle det hentes, og hva var godt nok dokumentert? Vi lå hele tiden på etterskudd med produktene, og satt ofte og ventet på svar; hvor skal vi hente i morgen? Haandverkerne demonterte byggevarer i flere bygg, blant annet i DEG8 og Refstad skole. Noe lot seg ikke demontere, f.eks. skiferstein i vestibylen i DEG8. Men mye annet ble demontert og ombrukt, f.eks. branndører, glassfelt og enorme mengder himlingsplater. På Refstad skole deltok også rør, elektro og ventilasjons-entrepenørene i

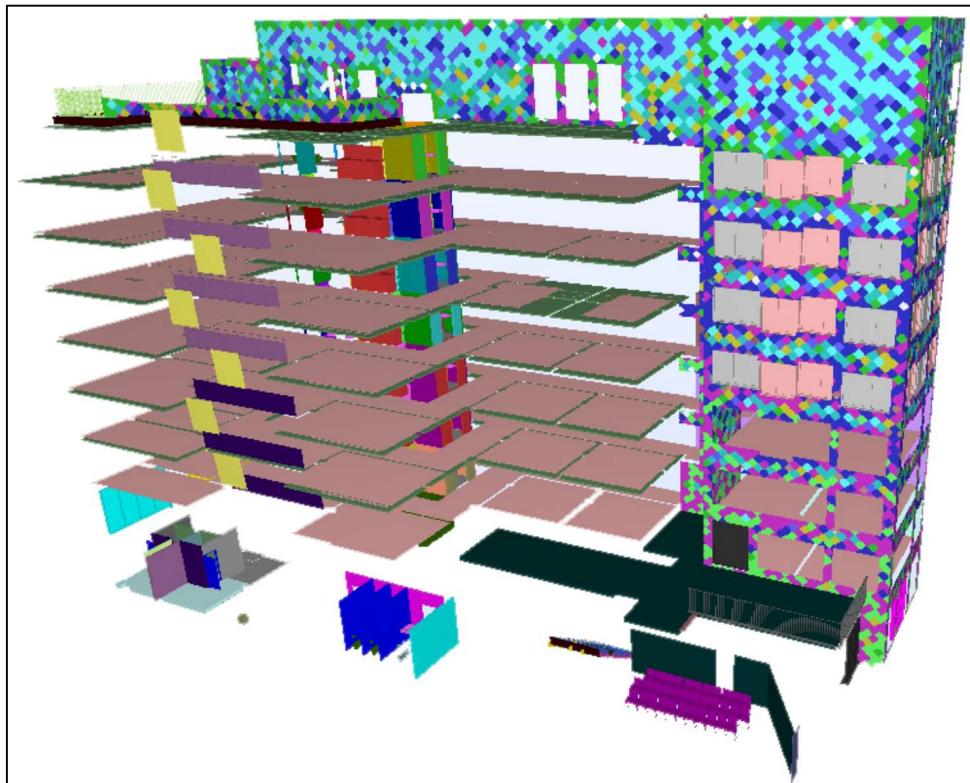
demonteringsprosessen, i tillegg til Haandverkerne. Ombrukskoordinator i Insetsi administrerte alle produktene. Hun var godt involvert i prosessen, og ble et viktig nav for demonteringsjobbene der vi skulle hente ut litt her og der.

Den største utfordringen ble ventetid; ventetid på varer, på prosjektering og på avklaringer rundt dokumentasjon. Vanligvis følger dokumentasjonen med nytt produkt, men nå var ikke dette like enkelt. Fra Entras egne bygg gikk dette greit, men med alt som kom utenfra kunne det ta tid. Spesielt når det gjaldt branndørene, ble det mange runder ang dokumentasjonen. Neste gang hadde det vært en fordel om ting hadde vært mer klarlagt på forhånd.

Når det gjelder rehabiliteringen av det eksisterende bygget fra 1957, med store skjevheter, oppsto mange problemstillinger som måtte løses på plassen. Heisen var det største problemet. Det viste seg at opprinnelig grunnarbeid var dårlig, men dette ble ikke oppdaget før vi var i gang. Sjakten var trang og skjev. Vi måtte pigge ned fundamentet, og rette opp sjakten. Da bygget allerede var i gul beredskap (støvsone) på dette tidspunktet, førte dette til mye ekstra jobb.

IARK og ARK gjorde begge en god jobb, men var ikke alltid enige seg imellom. Dette kunne være utfordrende for utførende, ettersom man trenger tydelige føringer. Det har også vært noen disputer underveis, f. eks. knyttet til fasadeløsningen. Den valgte platekledningen førte til at man måtte montere dobbelt så mange lekter ift. opprinnelig priset utførelse, og vi var engstelig for merarbeid og tidspress. Men det ble veldig bra til slutt, og nå er vi stolt over å ha vært med på dette! IARK og ARK har greid å balansere det gamle og det nye, uten at noe dominerer.

Motivasjonen for ombruk har økt underveis i prosjektet. En grunn til å orke å stå på så mye, er å se materialer faktisk kan ombrukes og at det ikke bare blir med praten. Entra har kjørt løpet ut, men har også hatt forståelse for utfordringer. Kjemien har vært bra mellom alle arbeiderne der ute, og dette har vært viktig for resultatet. Vi har lært enormt mye ift. tankegangen, og ift. å finne praktiske løsninger. Morselskapet NCC har vært på befaringer for å lære, og vi har stor respekt for Entra som har tatt på seg dette samfunnoppdraget. Det er alt for mye bruk og kast i Norge, så dette burde gjøres mye mer.



Ombrukte elementer i KA13: Arkitektfaglig og interiør. Bilde fra IFC filen. Illustrasjon: Mad arkitekter

## 2.2 FASADEGLASS

Bygningsdelsnummer: 233

2 stk. fasadefelt i glass (totalt ca. 25 m<sup>2</sup>) er anskaffet fra Dronning Eufemias gate 8 (Braathen eiendom)

1 stk. glassdør (5,7 m<sup>2</sup>) anskaffet fra overskudd hos Saga Aluminium

På befaring i DEG8 så ARK at glassfasaden fra 00-tallet kunne passe fint i vår 1. etg.

Tekniske vurderinger: U-verdi var innenfor hva vi kunne bruke i KA13. Størrelsene var omtrent riktige, og vi så at det ville være mulig å omprosjettere noe slik at feltene kunne passes inn. Fasaden er i et system (boksprofilsystem) som er egnet for utvidelse (i høyde og bredde) samt kompletteringer. Ny hoveddør måtte innpasses i de brukte glassprofilene. Vi så ikke noen ulemper, bortsett fra at brukte og nye glass kan få litt ulike fargenyanser.

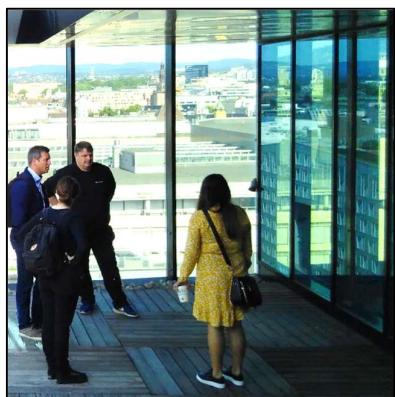
Det var ingen utfordringer med miljøgifter, forutsatt at vi ombruker glassfeltene, uten å ødelegge/ punktere dem.

Det ble noe ekstraarbeid i forbindelse med:

- Befaringer
- Oppmåling av feltene
- Vurderinger av hvor de kunne brukes
- Tilpasninger, skjørt og brystningshøyder ble justert
- Tilpasningsfelter måtte prosjekteres og bestilles
- Farger på profiler fikk innvirkning på byggets fargekonsept, og det ble gjort tilpasninger/ justeringer ifm. dette
- Avstemminger med byggherre og leietaker vedrørende endrede løsninger (størrelser, sprosseinnndelinger og farger)
- Tilpasning av nytt dørfelt
- Energiberegninger

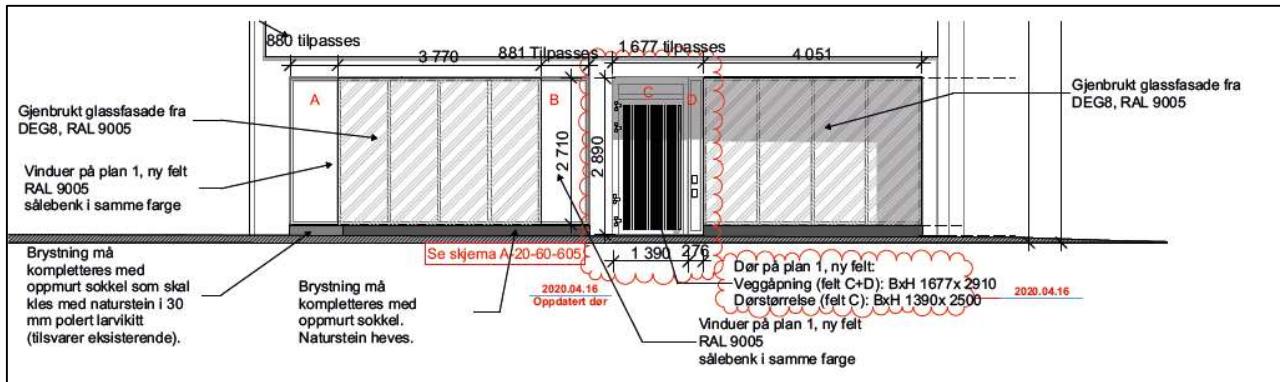
Dette er et kjent og godt produkt av nyere dato, og det har ikke vært behov for omfattende kvalitetssikring. Feltene ble demontert og kjørt rett til KA13 via Saga Aluminium sitt verksted. Saga Aluminium AS har bearbeidet og komplettert feltet, og Haandverkerne har montert. De to glassfeltene fra DEG8 ble ombrukt i 1. etg. mot gaten. Det ble også demontert en ytterdør med glassfelt fra DEG8, som var planlagt brukt i fasaden mot bakgården. Denne ble fraktet til KA13, men viste seg å ikke passe med målene. Istedet skaffet Saga Aluminium 1 stk. glassdør fra overskudd fra tidligere prosjekt.

Denne type glassfasader er godt egnet for de- og remontering.



Befaring i DEG8, mai 2019. Foto: Anne S Nordby

Glassfelt innpasset i fasade mot Kristian Augustsgate. Foto: Kyrre Sundal



## 2.3 VINDUER I EKSISTERENDE BYGG

Bygningsdelsnummer: 234

De eksisterende vinduene fra 80 tallet hadde dårlig treverk og manglende tetthet rundt karmen, og var ikke mulig å reparere. De kunne derfor ikke beholdes.

Det ble i skisefasen tatt kontakt med flere leverandører som kunne levere nye vinduer basert på eksisterende isolerglass. Windusprodusenten *Ventilasjonsvinduet* i Danmark og *Troll Trevarefabrikk* i Larvik kunne begge leve dette, men til en høyere pris enn nye vinduer. Generelt utgjør glasset bare ca. 12-14% av produksjonskostnadene, og kostnad for demontering av glass fra ramme er da ikke innregnet. Det ble også vurdert å bruke isolerglasset som utvendig kledning i nybygg. Det ble utviklet konsepter for dette, og det ble også diskutert med fasadeleverandøren *StøVentec*. Det ville da tilkomme prosessering for å tilfredsstille krav til sikkerhetsglass, f.eks. foliering av glasset som skal ombrukes, samt nytt opphengsystem. Det ble av ulike grunner gått bort fra disse konseptene.

Grunnet dagslysbehov var det ikke aktuelt å fire på vindusstørrelsen, og det er naturlig nok svært utfordrende å finne brukte vinduer som passer akkurat i eksisterende fasadeåpninger. Alle vinduer i det eksisterende bygget er derfor nye.

## 2.4 VINDUER I TILBYGG

Bygningsdelsnummer: 234

Vinduer anskaffet via Resirql:

- 28 stk. vinduer fra Turbinveien 15, montert i etasjene 5, 6, 7 og 8.
- 2 stk. vinduer fra Nordregate 20-22, montert i 1. og 2. etg.

### 2.4.1 Praktisk /teknisk gjennomføring

Vinduer i 5-8. etg. i tilbygget er ombrukt. Dette er vinduer som var feilprosjektert i et boligprosjekt i Kværnerbyen (Turbinveien 15), og som ble kjøpt opp av Resirql. Vinduene manglet åpningsmulighet i et av to fag, og ble derfor ikke mulig å bruke i bolig. De ble demontert relativt kort tid etter at bygget sto ferdig i 2014. Vinduene lå på lager hos Resirql i to år før KA13 kjøpte dem til prosjektet. Kontorbygg har ikke samme krav til åpningsbare vinduer, og i dette partiet av feilprosjekterte vinduer fant vi passende vinduer av nyere dato til ombruk i tilbygget.

Vinduene var mindre enn opprinnelige vinduer som ble omsøkt i rammesøknad, og hadde en høyere/dårligere U-verdi ( $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) enn det som ble forutsatt i energiberegningene ( $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Dermed ble det gjort både en

dagslysanalyse og en energiberegning for å studere konsekvenser av å benytte disse vinduene i bygget. Resultatet viste at det ikke ville være mulig å oppfylle krav til dagslys og energi i TEK17 med brukte vinduer i alle etasjer. Det ble derfor besluttet å benytte nye vinduer i 2-4 etg. Man fikk da mulighet for større vinduer og bedre dagslysforhold, ettersom de nederste etasjene får mindre tilskudd av dagslys enn etasjene lenger opp. Dersom vi hadde kunnet fravike fra dagslyskravene ville det vært mulig å benytte de brukte vinduene for hele fasaden i tilbygget.

Som kompenserende tiltak på energisiden fikk ytterveggen mot Kristian Augusts gate 15 et ekstra lag med isolasjon. Det ble også utført en enkel klimagassberegnning for å se om utsippene forbundet med produksjon av nye vinduer ville veie opp for ekstra energibruk i drift over levetiden. Resultatene var relativt like når utsippene over tenkt levetid ble vurdert. I midlertid, ettersom det haster med å redusere utsipp, bør klimagassbesparelsene som oppstår i dag veies tyngre enn fremtidige besparelser, og denne betraktningsmåten underbygger betydningen av ombruk.

Konsekvenser for prosjektering:

- Nytt fasadekonsept måtte utarbeides da vindushøydene ikke samsvarer med den prosjekterte løsningen.
- Planløsning/rominndeling måtte endres noe for å passe med endret vindusinndeling. Dette fikk også konsekvenser for tekniske fag.
- Vinduenes utforming påvirker fasadens og interiørets fargekonsept
- Endring i fasadeuttrykket måtte avstemmes med Plan- og bygningsetaten (PBE).
- IG for denne fasaden ble utsatt bl.a. fordi type ombrukt fasadekledning og vindu ikke var avklart med PBE
- Vinduene var noe bredere enn optimal vindusbredde for denne fasaden slik at uteleting/stenderoppbygning ble noe mer sammensatt/komplisert enn opprinnelig planlagt.
- RIB måtte gjøre nye beregninger på stenderoppbyggingen.

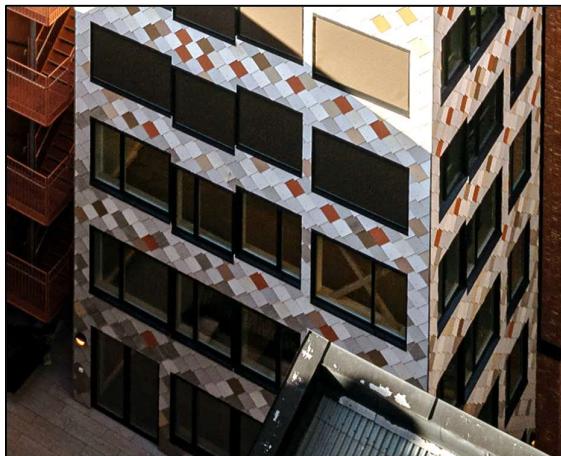
Haandverkerne har hatt ansvar for transport fra Resirqels lager og montering av vinduene. De åpningsbare feltene fikk sperre på åpningsfunksjonen, for å sikre mot åpning / fall.

28 stk. brukte vinduer er montert i 5-8 etg. i tilbygget. Det er 16 stk. med størrelse 1488x1588 mm, og 12 stk. med størrelse 2188x1588 mm. 2 stk. brukte vinduer (i andre formater) er montert i 1. etg. mot bakgård og i møterom i 2. etg. Resirqe kunne fremlegge relevant FDV dokumentasjon og CE merking for alle vinduene.

Vinduene kan demonteres og ombrukes på nytt.



Vinduer demontert fra et boligprosjekt i Kværnerbyen. Foto: Resirqe  
Fasade tilbygg, prosjektert med 1) Nye vinduer, 2) Brukte vinduer. Illustrasjoner: Mad arkitekter



Ferdig fasade med kombinasjon av brukte og nye vinduer. Foto: Kyrre Sundal

#### 2.4.2 Kostnader

I studentoppgaven fra OsloMet er det beregnet at man oppnår ca. 60 % kostnadsbesparelse ved ombruk av vinduer i KA13. (Jødal, Hansveen og Hall, Oslo Met Bachelor oppgave 2020).

Pris for brukte vinduer er da sammenlignet med nye priser fra Norsk Prishåndbok. De brukte vinduene har en noe lavere isolasjonsevne enn de antatt nye (U-verdi = 1,1 for de brukte, mot U-verdi = 0,8 for de nye). Forskjell i isolasjonsevne er et stykke på vei kompensert for i prosjektet gjennom ekstra isolering av ytterveggen mot Kristian Augusts gate 15. Kostnader for ekstra materialbruk knyttet til ekstra isolasjon er imidlertid ikke medregnet i studentoppgaven, og heller ikke kostnader for noe økt energibruk i byggets levetid. Det er heller ikke medtatt kostnader knyttet til ekstra prosjektering og administrasjon av ombruk i prosjektet.

#### 2.4.3 Miljøvurderinger

I studentoppgaven fra NTNU er det beregnet en total utslippsbesparelse på 90 % ved ombruk, sammenlignet med kjøp av nye vinduer i prosjektet (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

	Mengde	Miljøbelastning, nytt element (A1-A4) *	Miljøbelastning brukt element (A1-A4) *	▼ Miljø- besparelser for ombruk
Vinduer	1588x1488 mm - 16stk	161,5 kg CO <sub>2</sub> -e/ stk.	13 kg CO <sub>2</sub> -e/ stk.	90 % besparelse
	1588x2188 mm - 12stk			

\* A1-A4 angir de første fire fasene i en livsløpsvurdering, der A1-A3 er Produktionsfasen, og inkluderer råmaterialer, transport og tilvirkning. A4 er i Konstruksjons- og installasjonsfasen og inkluderer transport.

Det er antatt at resterende levetid på de brukte vinduene er drøye 30 år, mens det er antatt en levetid på 40 år for de tilsvarende nye vinduene. Resultatene viser miljøbelastning i form av klimagassutslipp (CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) per stk. for nye og brukte vinduer. Totalt bidrar ombruks vinduene i prosjektet med en besparelse på 4,1 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. sammenlignet med nytt alternativ i fase A1-A4.

De brukte vinduene har en noe høyere U-verdi enn de antatt nye (U-verdi = 1,1 for de brukte, mot U-verdi = 0,8 for de nye). Dette er et stykke på vei kompensert for i prosjektet gjennom ekstra isolering av ytterveggen mot Kristian Augusts gate 15. Denne veggen har et areal på omtrent 32 m<sup>2</sup> per etasje, som betyr et økt karbonutslipp på totalt 61 kg ved bruk av utslippsfaktor på glassullisolasjon, fase A1-A4. Ekstra isolering er altså medtatt i beregningene, men den dekker ikke fullt ut opp for energitapet.

### **Læringspunkter, ombruk av vinduer**

- Det er vanskelig å finne brukte vinduer med mål som stemmer nøyaktig med eksisterende vindusåpninger i et rehab-prosjekt. Ombruk av vinduer i et nybygg er enklere å få gjennomført.
  - Vinduer av eldre dato kan være utfordrende å ombruke, både pga. krav til U-verdi og pga. miljøgifter brukt i perioden ca. 1965-1989.
  - Vinduer av nyere dato kan finnes i nyere bygg som bygges om eller rives, eller fra feilleveranser.
  - Det kan være både miljø- og kostnadsbesparende med ombruk av vinduer. En rekke faktorer vil danne grunnlag for vurdering;
    - ✓ U-verdi og energiberegninger
    - ✓ Dagslys krav
    - ✓ Miljøbelastninger ved produksjon
    - ✓ Evt. helse/miljøfarlig innhold i eldre vinduer
- En avveining av disse til dels motstridende faktorer vil avgjøre om ombruk av vinduer er mulig og ønskelig i nytt bygg

## **2.5 FASADEKLEDNING**

*Bygningsdelsnummer: 235*

	Finn.no/ St. Olav hospital	Oppsalhjemmet (OBY)	Rehabilitering av boligprosjekt, og overskuddslager	DEG8 (Braathen eiendom)	Refstad skole (UBF)
Cembrit fasadeplater	55 m <sup>2</sup>				
Metallkassetter på oppriinnelig fasade fra 1975		185 m <sup>2</sup>			
Steni steinkomposit fasadeplater, ulike farger			450 m <sup>2</sup>		
Stålkleddning fra fasade				Vurdert	Vurdert

*Tabellen viser type og mengde brukt fasadekledning som ble anvendt i fasader på til- og på-bygg, til sammen ca. 635 m<sup>2</sup>.*

ARK gjorde en vurdering på mulige brukte produkter til fasade. Konklusjonen i dette prosjektet ble tynne plater av metall og fasadeplater av typen Steni eller Cembrit. ARK utarbeidet en enkel søk-beskrivelse for disse platetypene, som ble annonsert på Grønn Byggallianse og prosjektets nettside. Fasadekledningen på tilbygget ble en kombinasjon av ulike brukte materialer; fibersementplater, Steni-plater og metallplater.

- Fibersementplater:

Fibersementplater er hentet fra St. Olav hospital (Akutten hjerte lungesenter), pga. feilmontering. Platene ble kjøpt gjennom Finn.no.

- Steni-plater:

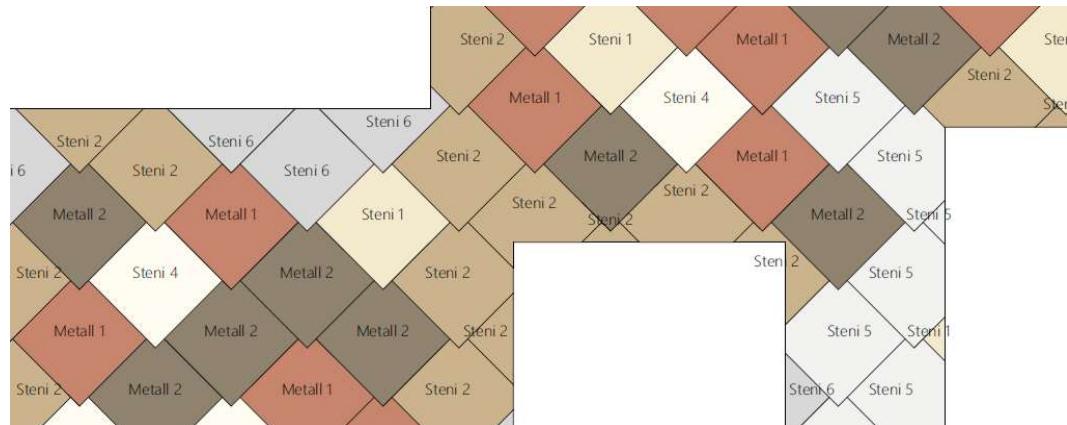
En del av Steniplatene er brukte, og kommer fra et boligkompleks i Trondheim. Anskaffelse, transport og kapping av platene ble gjort ved Steni. Resten av platene er overskuddsmaterialer fra Steni-fabrikvens lager.

- Metallplater:

Metallplatene kommer fra Oppsal sykehjem som skulle rives.

ARK testet ut alle disse og også kombinasjoner av platetypene. Det kom mange gode innspill fra flere i prosjekteringsgruppen. Materialvalget ga mulighet til en interessant fasadekomposisjon som gir bygget et helt eget sær preg.

Det kom også innspill til fasaden på et kurs/ verksted arrangert av FutureBuilt/NAL (<https://kurs.arkitektur.no/1258632>). Mad arkitekter ledet verkstedet, og oppgaven til deltakerne var å belyse tekniske og estetiske løsninger og fallgruver. På verkstedet deltok, foruten representanter fra ARK og Haandverkerne, to fasade-leverandører; Steni og Petal. Deltakerne kom med et bredt spekter av forslag og løsninger. Oppsummering fra verkstedet er presentert i foreløpig erfaringsrapport fra KA 13 – arbeidsmøter om bruk (20.02.20)



Utsnitt, skjema fasadekledning. MAD arkitekter

Formater, utlekingstype og opphengsmetode ble planlagt i tett samarbeid mellom ARK, Insenti, Haandverkerne, representanter fra henholdsvis Steni og Cembrit samt blikkenslager.

Cembrit og Steniplater ble kappet ned til egnet format. En utfordring med metallplater er at de ikke bør kappes/ tilpasses på byggeplass etter at kantene er brettet/ bukket. Platene måtte sendes til overflatebehandling og lakering etter kapp for å beskytte metall mot rust. Baksiden på metallplatene ble lakkert og brukt som framside. Plater ble mellomlagret på byggeplass, Steni sin fabrikk og Haandverkernes lager; samt på blikkenslager sitt verksted.

Metallplatene er benyttet kun i fulle formater (40x40 cm), mens Cembrit og Steni er kappet på stedet for å tilpasse kanter, hjørner etc. Det ble en god del kapp fra det ombrukte platematerialet på byggeplass og ved bearbeiding av metallplatene på blikkenslagerens verksted.

Denne type platekledning er brukt på alle fasader i tilbygg og påbygg. Tabellen over viser mengde brukt fasadekledning som ble anvendt i fasader på til- og påbygg, til sammen ca 635 m<sup>2</sup>. Fasadene består av over 5000 plater:

- 401 stk. Cembrit
- 1174 stk. Metall
- 3819 stk. Steni

Løsningen for montasje tilrettelegger for enkelt å kunne demontere og ombruke plater.

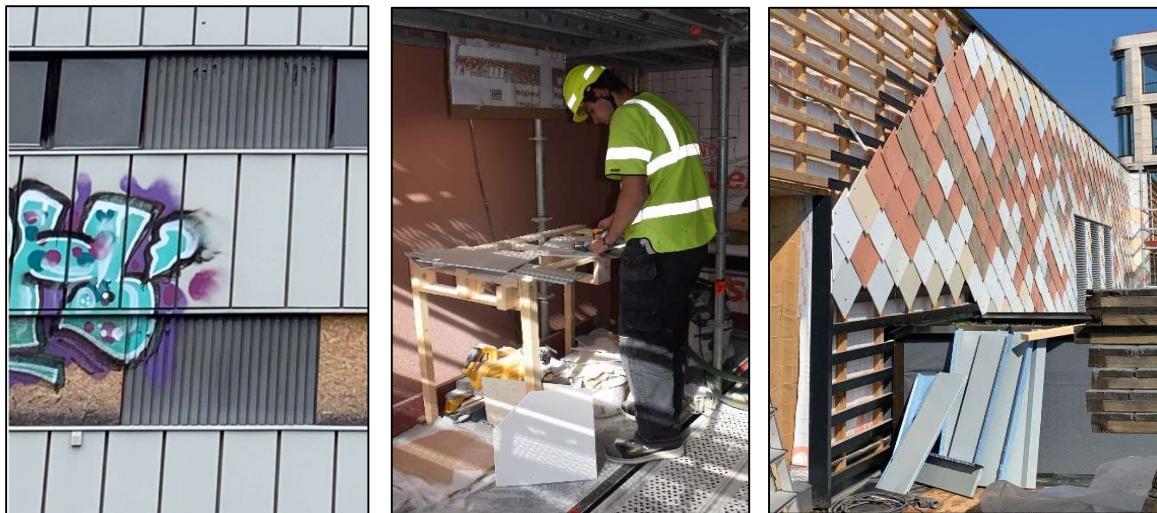


Foto fra befaring, Oppsal sykehjem. Foto: Randi Lunke  
 Tilskjæring og monteringsarbeid. Foto: Anne S Nordby  
 Fasadeplater under montering. Foto: Randi Lunke

### 2.5.1 Miljøvurderinger

I studentoppgaven fra NTNU er det beregnet en total utslippsbesparelse på 97 % ved ombruk, sammenlignet med kjøp av nye fasadeplater i prosjektet (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

	Miljøbelastning, nye elementer (A1-A5) *	Miljøbelastning, brukte elementer (A1-A5) *	▼ Miljø- besparelser for ombruk
Fasadeplater	50,7 kg CO <sub>2</sub> -e/ m <sup>2</sup>	1,4 kg CO <sub>2</sub> -e/ m <sup>2</sup>	97% besparelse

\* A1-A5 angir de første fire fasene i en livsløpsvurdering. A1-A3 er Produktionsfasen, og inkluderer råmaterialer, transport og tilvirkning. A4-A5 er Konstruksjons- og installasjonsfasen, som inkluderer transport og montering. Fase A5 er her tatt med for å regne med ekstra lekter og sløyfer.

Fasaden består av flere ulike typer fasadeplater (metall, fibersement og steinkomposit) av forskjellig årgang. Omrent 53% av platene er overskuddsmaterialer fra Steni-fabrikkens B-varelager, som angivelig ville blitt sendt til avfallsbehandling dersom de ikke var brukt her. Grunnet variasjonene i platetypene, små dimensjoner på platene og et relativt komplekst design er det utfordrende å fastslå en sannsynlig levetid for de ulike komponentene eller for fasaden som en helhet, men det er antatt at hele fasaden vil byttes ut i én gang i løpet av levetiden. Som nytt alternativ er det valgt å benytte et gjennomsnitt av to ulike typer platekledning (fibersement og steinkomposit), og her settes forventet levetid av nytt alternativ til 60 år.

En konsekvens av at det er valgt å benytte så små formater og mange ulike platekledninger i fasaden er at det har vært nødvendig å øke mengden lekter og sløyfer i utelekingen. Det er også større dimensjoner på sløyfene og lektene enn opprinnelig tenkt. Dette resulterer i nesten fem ganger så mye treverk benyttet i fasaden. Differansen, altså den økte mengden med treverk, er lagt til beregningene for de brukte fasadeplatene i fase A5. Totalt gir løsningen besparelser på 34,2 tonn CO<sub>2</sub>-e. i prosjektet (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

Som en kommentar til denne miljøvurderingen tas det her med noen punkter fra arkitektene som kan bidra til å nyansere bildet av de gitte forutsetningene;

- Beregningene baseres på at det er brukt betydelig mer lekter enn for en vanlig platekledt fasade, men det er ikke tatt med i betrakningen at færre lekter og større plateformater også ville ha medført mer kapp og avskjær for platene. Dessuten ville større lekteavstander ha krevd mer stabilitet i platene for å unngå at de buktet seg.
- Når det gjelder levetid, legges til grunn at hele ombruksfasaden vil skiftes ut i løpet av 60 år mens den sammenlignende nye platefasaden vil ha en levetid på 60 år uten at plater byttes ut. Ettersom 53% av platene til ombruksfasaden er overskuddsmaterialer fra Steni sitt lager, altså i realiteten helt nye plater, blir dette misvisende.
- I praksis vil fasadekonseptet for KA 13 ivareta mulighet for fremtidig vedlikehold og ombruk på en veldig god måte, både ved at fasadeutrykket tåler at det legges til nye farger og materialer og ved at kun de elementene som er skadet eller er i for dårlig tilstand kan byttes ut enkeltvis. For eksempel kan plater demonteres for relakking og remonteres. Den reelle miljøbesparelsen over levetiden blir derfor sannsynligvis høyere enn de beregnede resultatene skulle tilsi.

#### **Læringspunkter, ombruk av fasadeplater**

- Utvikling av fasadeløsning bør baseres på tett samarbeid mellom ARK, leverandører og utførende

## **2.6 TETTE INNERVEGGER**

*Bygningsdelsnummer: 242*

### **2.6.1 Skillevegger mellom kontorer: Tewo Flex**

Ombruk av skillevegger ble vurdert. Ombruk ble vurdert som vanskelig pga. lydkrav, formater, og dårlig kvalitet på tilfang av eksisterende skillevegger. Innen denne typen bygningsdeler er det mye bruk og kast av dårlig produkter.

ARK vurderte massivtrevegger, som er mer miljøvennlig og kan demonteres og ombrukes. Vi tok kontakt med Made og Termowood for å utvikle et slikt produkt videre, og de kom opp med produktet Tewo Flex Innervegger. Prøvefelt ble satt opp, og leietaker var positiv. IARK gikk for furu som interiørkonsept istedenfor eik, som var en del av deres opprinnelige interiørkonsept og kravspesifikasjon.

Tewo Flex består av elementer av massivtre og mineralull-isolasjon, og inneholder ingen miljøgifter. Trevegger er enkelt å bearbeide og reparere. De tåler også mye bruk og slitasje uten at produktet forringes. En konsekvens for prosjektering er at det blir tykkere vegger som tar litt mer areal.

Ettersom dette var et pilotprosjekt med produktutvikling, har det tatt noe ekstra tid. Tilpasninger på stedet ble nødvendig, og det er brukt en del festemidler (blant annet skruer til sviller) som man måtte finne løsninger for.

Høye lydkrav var en utfordring, men ble etter hvert løst med et ekstra lag med panel som ga noe større tykkelse på veggene. Dette rakk man ikke å utføre på fabrikk, så det ble utført på plassen. Panelet er festet til hvert element, slik at elementene fortsatt er demonterbare. Imidlertid bør de ved framtidig ombruk merkes og remonteres i samme rekkefølge, ettersom overganger mellom elementene er pusset ned.

Totalt ca. 160 m<sup>2</sup> Tewo-vegger er montert i KA13. Produktet er brukt i kontorskillevagger og vegg mellom møterom og kontorer. Leverandør og ansvarlig for produktet er Termowood. Produktet er utviklet for enkel montering og-demontering. Produktet er nytt, og kommer med nødvendig godkjenning.



Montering av Tewo-vegger. Foto: Anne S Nordby og Rune Andersen



Ferdig vegg. Foto: Kyrre Sundal

## 2.6.2 Innvendig tette vegger rundt sjakter, toaletter mm.

Det ble vurdert å framskaffe bruk stenderverk i tre eller stål til skilleveggene rundt sjakter og toaletter. Stendere tre er i vanlig bruk på mange byggeplasser og er trolig enkelt å skaffe, men i diskusjoner med Haandverkerne framkom at det var vanskelig med ombruk av trestendere til konstruktive formål. Ettersom trevirke bare er stemplet i en ende, finner man sjeldent dokumentasjon på det som er brukt. Og omsetning er uansett en utfordring. Stenderverk i stål hadde vi tilbud om fra Resirqel (restopplag, med dokumentasjon), og det ble vurdert å bruke disse rundt heissjakt. Imidlertid hadde disse 150 mm bredde istedenfor 100 mm som prosjektert. Ettersom dette da ville ta mer areal, ble det gått bort fra dette alternativet.

Platekledning på innvergger er problematiske fordi platekledningene ofte blir ødelagt ved demontering. Ikke minst regnes gipsplater som svært vanskelig å demontere og ombruke. ARK vurderte alternative plater istedenfor gips, f.eks. fasadeplater og rupanel. Grunnet fremdrift og behov for bistand ved vurdering av brann og lyd (RIBr og RIAku), ble det ikke tid til å undersøke og evt. anbefale platevegger som kunne erstatte tradisjonelle gipsvegger. ARK mener at dette er et fint tema å forske videre på! Kunne man lage en "Gyproc- bok" for platekledning som ikke er gips?

I KA13 ble konklusjonen imidlertid tradisjonell gipsvegg oppbygning med stålstendere for sjaktvegger og bad/toaletter.

### **Læringspunkter, tette innervegger**

- Ombruk av trestendere er vanskelig ift. gyldig dokumentasjon
- Ettersom gips er vanskelig å ombruke, er det behov for å utvikle standardiserte løsninger for alternative plater istedenfor gips, f.eks. i form av en "Gyproc-bok" for platekledning som ikke er gips.
- Demonterbare massivtrevegger kan være et mer miljøvennlig alternativ

## **2.7 KONTORFRONTER I GLASS**

*Bygningsdelsnummer: 243*

Leveranse av kontorfronter fra CreoNordic inkluderer 80 m<sup>2</sup> ombrukt glass + 25 ombrukte dører

I prosjektet er det høye lydkrav kombinert med ønske om ombruk. Det ble forutsatt at brukte fronter måtte kunne oppnå tilsvarende krav som nye fronter.

Prosjektet tok kontakt med *Bruktrom* og fant ut at kontorfronter i glass er mulig å kjøpe brukt. På Refstad skole var det store mengder glassvegger med god nok lydkvalitet. Glasset var laminert og kunne skjæres til. Bruktrom kunne tilby ombygging av brukte felt, og oppsetting av prøvefelt. De aktuelle glassfeltene på Refstad var imidlertid litt for korte til at det kunne gi et tilfredsstillende resultat, og vi kom ikke i mål med denne løsningen.



Fra befaring på Refstad skole. Foto: Anne S Nordby

**Ulemper med brukte glassfronter:**

- Prosjektet hadde høye lydkrav, og det var vanskelig å finne brukte fronter som overholdt kravet
- Det var vanskelig å finne store nok mengder med ønsket høyde, skjørthøyde må da tilpasses
- Vanskelig å finne passende bredder slik at tilpasningsfelter må lages; enten tett vegg eller glass
- Det var utfordrende å finne stor nok mengde av samme type
- Det er sjeldent laminerte glass tilgjengelig for ombruk - kun herdet, og herdet glass egner seg ikke for kapping og tilpassing

Ombruk krever ekstra prosjekteringsarbeid for å løse størrelser, tilpasningsfelter mm, og tilpasningsfelter krever bearbeiding. Grunnet utfordringer som beskrevet over, ble det besluttet at det brukes en annen leverandør/ nytt produkt.

Underveis fikk vi også tips fra Trefokus om at Moelven jobbet med et leasing-konsept for kontor. Vi sjekket opp dette, og det viste seg at de kun leaser ut hele møterom, ikke kontorvegger; <https://www.moelven.com/no/produser-og-tjenester/multi-room/>

Entra hadde rammeavtale med glassleverandøren *CreoNordic* som i utgangspunktet bare solgte nytt, men de ble forespurt om mulighet for en leveranse med brukte komponenter. CreoNordic kunne levere kontorfronter med en kombinasjon av nye vegger og vegger som besto av nye karmer og brukt glass, og ble derfor valgt. CreoNordic skaffet også 25 brukte kontordører. De kjørte alt brukt glass til sitt verksted, og bearbeidet glasset før det ble montert på plassen.



Montering av glassfronter/ kontordører. Foto: Anne S Nordby og Noora Khezri



Ferdig monterte fronter. Foto: Rune Andersen

### **Læringspunkter, kontorfronter**

- Det er krevende å finne kontorfronter med riktige mål og lydkrav
- Det finnes leverandører som kan tilpasse brukt glass i ny produksjon av kontorfronter
- Laminert glass kan kappes.
- Herdet glass kan ikke kappes.
- I kontorfronter er bruk av herdet glass mer vanlig enn laminert glass. Tidligere var det sikkerhetskrav om herdet glass over en viss høyde, men dette kan løses med laminert glass i dag.
- Huskeliste for ombrukbare kontorfronter;

#### **Glass:**

- Unngå å bruke herdet glass da denne type glass ikke kan kuttes for å tilpasse nye mål.
- Bruke faste modulbredder på glass. Da vil det være lettere å planlegge ombruk av disse glassene.
- Øke tykkelsen på glass til min. 12,76 for å kunne møte fremtidige krav om lydredusjoner.

#### **Dører:**

- Bruke mest mulig standard dimensjoner M10x21, unngå dører med spesialhøyder
- Begrense typer overflater (trestruktur + malt)
- Bruke dørblader med min. 35 dB lydkrav

## **2.8 INNERDØRER**

*Bygningsdelsnummer: 244*

	<b>KA13 (Entra)</b>	<b>U2 (Entra)</b>	<b>Refstad skole (UBF)</b>	<b>DEG8 (Braathen eiendom)</b>	<b>St. Olavs plass 5 (Entra)</b>
Eksisterende dører, 6. etg.	10 stk.				
Eksisterende dører til bøttekott, 2-8 etg.	7 stk.				
Innerdører med lydkrav		Vurdert	Vurdert		
Trapperomsdør i glass, metall ramme og glassfelt på øvre del, BK EI2 30-Csa (B30S)				7 stk.	
Eikedører til toaletter					16 stk.
Håndvridere inkl. langskilt			7 stk.		
Dørpumper			4 stk.		
Låssylindere			30 stk.		

*Det er ombrukt til sammen 17 stk av de eksisterende dørene i KA13, og det er anskaffet totalt 23 stk. brukte dører fra andre prosjekter. I tillegg er det anskaffet og ombrukt diverse innen lås og beslag.*

### **2.8.1 Eksisterende dører i KA13**

17 stk. av de eksisterende dørene i KA13 er ombrukt. 7+4 (alle bøttekott-dører + 4 stk. dører i 6. etg.) er beholdt i opprinnelig posisjon. Resten av dørene er flyttet til nye vegger. Dører i 6. etg. er bare grønnsåpevasket. Resten av de ombrukte dørene har blitt rengjort og overflatebehandlet.



Eksisterende dører, Foto: Kyrre Sundal

### 2.8.2 Innerdører fra andre prosjekter

Entreprenør og konsulenter sökte etter brukte dører iht. dørskjema fra ARK. Noen steder var det mulig å justere høyde og bredde, terskelløsning, endre til høyere lyd eller brannkrav eller andre materialer og slagretning, men dette måtte vurderes av ARK i hvert tilfelle. Muligheten for justeringer er avhengig av dørenes posisjoner i planen, evt. endringer i interiørkonseptet eller planløsning; selv små endringer kan ha konsekvenser. Det viste seg imidlertid at det var vanskelig å finne dører som passet helt.

På Refstad skole (UBF) var det mange dører av tilsvarende type som var aktuelle i KA13 mtp. karmmål og brann- og lydkrav. Disse var i god stand, og det var tilstrekkelig mengde. Dørene hadde imidlertid en sparkeplate nederst, som ikke var en del av spesifikasjonen. Ettersom IARK/ leietaker ikke ønsket sparkeplate på dørene, ble ikke ombruk av disse dørene aktuelt. Isteden ble dørviddere inkl. langskilt og dørpumper, som alt var i god stand, plukket ned på Refstad og ombrukt på andre dører i KA13.

I Universitetsgata 2 (Entra) ble det lagret en rekke dører i kjelleren som man vurderte å kunne benytte i KA13. Disse dørene ble imidlertid ikke brukt i prosjektet. På noen av dørene var dørbladet skilt fra karmen, og det ble derfor vanskelig å finne ut hvilke dørblader og karmer som hørte sammen. Dørene var også blandet sammen med andre dører som ble tatt vare på for lokalt ombruk i U2. Dørene var til dels pakket inn, men de var uten dokumentasjon eller markering av relevante data – slik som opprinnelse, størrelser eller ytelsjer.

I St Olavs plass 5 (Entra) ble det, litt sent i prosjektet, funnet eikedører som passet til bruk i toalettrom i eksisterende bygg. Dørene hadde imidlertid avvikende mål, noe som fikk konsekvenser for prosjektet da alle utsparinger allerede var laget på plassen og måtte endres. Oppgradering av eksisterende dører kunne her vært et alternativ, men dette ble valgt bort pga. usikkerhet om det ville bli bra nok.



Eikedører i St Olavsplass 5. Foto: Norconsult

Ombrukte eikedører ferdig montert i KA13. Foto: Rune Andersen

### 2.8.3 Branndører

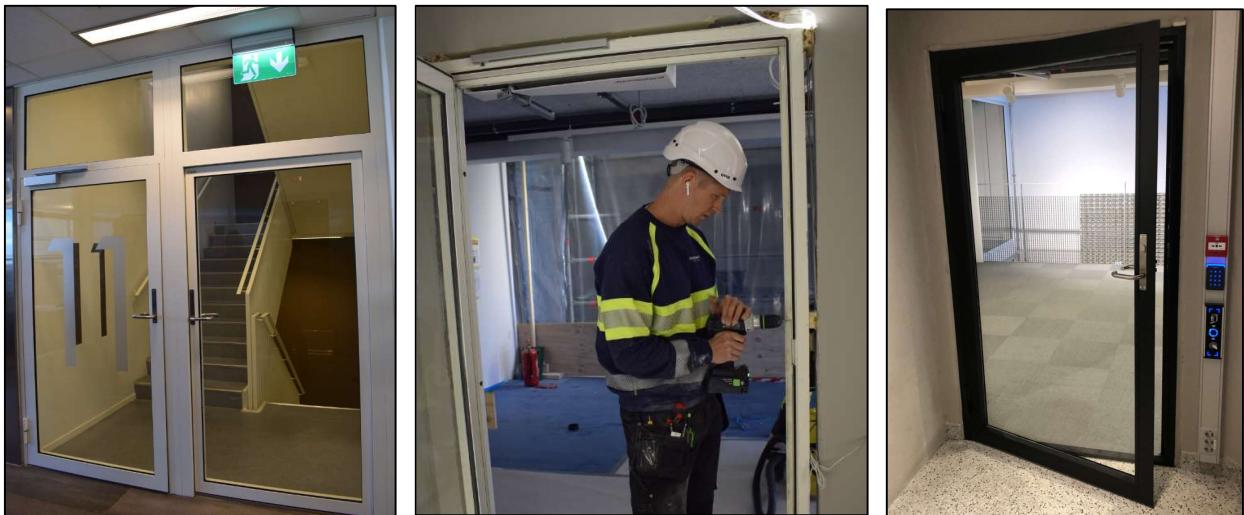
Gjennom Resirql fikk vi tilgang til Dronning Eufemias gate 8 (DEG8, eller «PWC-bygget») som skulle totalrenoveres. Betonmast var totalentreprenør for renoveringen i DEG8, som eies og driftes av Braathen eiendom. Etter befaring ble blant annet branndører mot trapperom utpekt som aktuelle for ombruk i KA13. KA13-prosjektet inngikk avtaler med Betonmast slik at vår entreprenør kunne få tilgang til bygget og demontere og frakte ut komponenter.

Trapperomsdørene med brannkrav kunne vi ikke finne sertifiseringsskilt på, men brannrådgiver mente at dette ikke betydde at døren mangler klassifisering. FDV-dokumentasjon hos byggeier ble gjennomgått. Det var litt uklart hvem som var leverandør av branndører ut fra FDV-dokumentasjonen, men det viste seg at dørene ble levert av Norske Metallfasader, Stange.

En annen problemstilling var at trapperomsdørene i DEG8 hadde glassfelt over døren, men man trengte bare dørene i KA13. Ettersom branndørene til trapperommene hang sammen med glassfeltet over, måtte stålet kuttes i overkant av døren hvis de skulle kunne brukes i prosjektet. Det var også behov for utskifting av låskasser. Spørsmålet var om dørene da må gjennom en resertifisering ift. brannkravet etter modifisering. Fra brannrådgiver hos Fokus Rådgiving fikk vi dette svaret: *Dørleverandøren skal evt. kunne svare på om dørene kan modifiseres og fortsatt inneha sertifisering. I praksis vil nok disse dørene bli gode nok med evt. en forsterkning over døra etter at glassfeltet over er fjernet. Brannrådgiver kan evt. sannsynliggjøre at produktet blir godt nok, men det kan ikke typegodkjennes med mindre leverandøren kobles inn.* De hadde vært borti modifiseringer tidligere - bla. 6000 dører for SIO som måtte skifte låskasser - og syntes at dette var viktig å jobbe videre med ombruk på generelt grunnlag. Som et alternativ ble det foreslått å søke om disp. fra Plan og Bygg i Oslo, med henvisning til overordnet mål om ressurseffektivitet.

Etter dette hadde vi en mail-korrespondanse med produsent Norske Metallfasader i Stange. På spørsmål om vi kunne beholde brann-sertifiseringen etter fjerning av glassfelt, var svaret ja. Vi trenger ikke forsterke karmen, men det er viktig at tetting mellom karm og dørsmyg utføres skikkelig. Da dette svaret ble formidlet, hadde vi i utgangspunktet oversittet fristen for demontering i DEG8. Vi fikk imidlertid utsatt frist for demontering av branndørene.

I forbindelse med tilsyn fra PBE (mai 2020), ble det tatt en ekstra runde for å hente inn monteringsanvisning for branndørene. Det kom fram at leverandørene av hhv. stålprofiler og glass til dørene hadde ulike anbefalinger ang. muligheter for bearbeiding og resertifisering. Dørene ble til slutt godkjent og dokumentert av RIBr og lås- og beslagsrådgiver. Konklusjonen er at det er viktig at brannrådgiver er på banen, og gir tydelige råd.



1-2: Dørfelt fra DEG8, overliggende glassfelt fjernet og dør montert i KA13 med ny låssylinder. Foto: Anne S Nordby  
 3: Brukt branndør, ferdig montert og lakkert. Foto: Rune Andersen



Klasseromsdører, Refstad skole. Foto: Anne S Nordby  
 Brukte håndvridere/skilt fra Refstad montert på nye branndører i 2-8 etg. (vestsiden av trapperom). Foto: Anneth Thorsrud

Til sammen 7 stk. trapperomsdører fra DEG8 ble bearbeidet (glassfelt over dør fjernet og låskasse skiftet) og lakkert for bruk i trapperom i 2-8 etg. De brukte dørene er montert på østsiden av trapperom. På den andre siden av trapperommet er det anskaffet nye dører. På de nye dørene er det montert brukte håndvridere og langskilt fra Refstad skole.

#### **2.8.4 Lås og beslag**

7 stk. håndvridere og langskilt er ombrukt på trapperomsdører i 2-8 etg (mot vest). Dørpumper er remontert på totalt 4 dører i underetasje og i 1. og 8. etg. 30 stk. brukte låssylindere er montert på dører rundt om i bygget. Ved ombruk av låssylindere, er innmat fjernet og de er bygget om på nytt.

Alt som er ombrukt av lås og beslag i KA13 kommer fra Refstad skole.

### **Læringspunkter innendører, inkludert lås og beslag**

- Detaljert/ tradisjonelt dørskjema bør lages og evt. justeres av ARK før og under materialsøk
- Ved oppmåling av brukte dører må det registreres karmmål, lysåpning og evt. brann/lyd-spesifikasjoner.
- Dører som lagres må markeres med alle mål og spesifikasjoner, og dørblad bør ikke skilles fra karm
- Det kan være mulig å beholde sertifisering etter endring av sertifiserte produkter, etter anvisning fra leverandør. For å godkjenne ny bruk av branndører, må brannrådgiver på banen og gi tydelige råd.
- Håndvridere, skilt, pumper etc. som ikke krever bearbeidelse kan være kostnadseffektive produkter å ombruke, dersom utstyret ikke er slitt.
- Ved ombruk av låssylindere, må man få tilgang til systemet (hovednøkkelen) hos eier for at det skal kunne bygges om

## **2.9 GULV**

*Bygningsdelsnummer: 255*

### **2.9.1 Parkett**

Ca. 100 m<sup>2</sup> stavparkett i eik fra overskuddslager hos Parkettstudio AS, lagt i 1 etg.

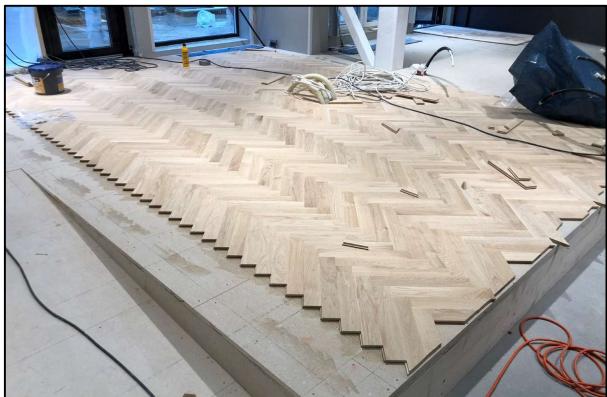
Eikeparkett ble i en tidlig fase vurdert ift. søker etter brukt, blant annet gjennom nyhetsbrev fra Grønn Byggallianse (GBA). Spesifikasjonen var da;

- 15mm enstavs eikeparkett (varianter vurderes)
- Minimum 4mm topsjikt
- Må ha vært lagt flytende før, ikke limt til underlaget
- Areal 431 kvm
- 275 lm gulvlist i eik også aktuelt

Det dukket ikke opp noen tilbud fra GBA-medlemmer, men IARK fikk senere i prosjektet et tilbud om stavparkett fra overskuddslager hos Parkettstudio AS. Materialene er fra Danmark, og betegnelsen er Hørning Massiv Eik Natur mønsterstav, H/V (16 x 70 x 420mm) + Hørning Massiv Eik Natur plank (16 x 100 x 800-2600mm).

Parketten er lagt på opphøyde platåer i 1.etg. IARK besluttet å legge den delvis i fiskeben for å gjøre den mer interessant, samt i fallende lengder der det passet best med retningen på platåene. Leverandøren opplyser om at materialene som er brukt til fiskebeina i midtpartiet er blanding av ulike rester og retur som de har hatt liggende på lager over lengre tid. En liten del (ca. 20m<sup>2</sup>) var feilleveranse til en annen kunde som skulle ha kortere stav. Materialene som er brukt til ramme og opptrinn er en kombinasjon av rester/overskudd fra en jobb i januar i år, samt noen materialer som har ligget i overskuddshjørnet på lageret deres og er 2-3 år gammelt.

Det ble levert 98 m<sup>2</sup> med eikeparkett til prosjektet, men noen materialer var ikke brukbart og ble sortert vekk underveis. Parketten ble mattlakkert etter legging.



Stavparkett under legging. Foto: Rune Andersen



Pussing av parkett. Foto: Anne S Nordby

## 2.9.2 Glassbetong

Ca. 600 m<sup>2</sup> betonggolv med gjenvunnet fasadeglass er lagt i 1 etg og kjeller.

Knust glass (fasadeglass) er brukt i påstøp på gulv i 1. etg. og kjeller. Gulvet er levert av Betotec. IARK besøkte Betotec sitt lager og vurderte flere prøver som var lagt med betonggolv og glass. Norsk Gjenvinning har levert glasset som er lagt i påstøpen. Glasset kom i mange ulike størrelser til Bototec, slik at dette måtte siles og sorteres for hånd før glassbitene med riktig størrelse ble kastet utover flytende påstøp. Totalt er det lagt ca 600 m<sup>2</sup> glassbetong i 1. etg. og kjeller, og det er brukt ca. 600 kg knust glass.



Glassbetong: Betonggolv med gjenvunnet fasadeglass. Foto: Kristine Aassved Storeide

## 2.9.3 Teppefliser

Etasje	Type	Fra hvor (brukt/ restlager)
2. etasje	Tarkett Tercel Tescom	Ombruk fra Akerselva Atrium
3. etasje	Interface Composure farge 303100	Ombruk, retur fra Nederland til produsent
4. etasje	Interface Composure, farge 4169002	Feilbestilling, overskuddslager Entra
5. etasje	Dessi Linon, farge 9097	Overskuddslager Tarkett
6. etasje	Dessi Linon, farge 9097	Overskuddslager Tarkett
7. etasje	Interface Scandinavian Collection, farge 303100	Ombruk, retur fra Nederland til produsent
8. etasje	Interface Scandinavian Collection, farge 4169002	Feilbestilling, overskuddslager Entra

Teppefliser som delvis er brukt, og delvis anskaffet fra restlager, er lagt i 2-8 etg, ca. 2200 m<sup>2</sup>.

Det har vært noe utfordrende å finne tilstrekkelig antall av samme type, men stort sett har vi lykkes med å legge én type i en hel etasje. Det har også vært en utfordring opprettholde god nok standard på teppeflis som ombrukes. Da enkelte av ombruksteppene var vanskelig å få helt rene, ble det gjort et nytt søk på tepper for å bytte ut de som ikke hadde god nok standard. Vi har hatt suksess med ombruk av teppefliser i KA13 fordi det har vært relativt få antall kvm per etasje, og at leietaker/IARK har akseptert ulike teppefliser i etasjene.



Utvælgelse av teppefliser fra Entras lagerbeholdning. Foto: Anne S Nordby



Ferdig lagt teppegulv. Foto: Rune Andersen

#### 2.9.4 Bolonbelegg

8 m<sup>2</sup> Bolonbelegg fra restlager hos Berg Studio er lagt i interntrapp mm.

Vinylbelegget Bolon ble valgt å legge i interntrapp fra 8.etasje til 9.etasje, samt repos og anretningskjøkken i 9. etasje. Belegget kommer fra et restlager da forhandleren Berg Studio pusset opp sitt showroom. I trappen valgte IARK å bruke en lys farge på første og siste trinnet. Bakgrunnen for dette er at man ikke hadde nok av én type belegg, og at man gjennom denne løsningen også kunne ivareta markering ift. universell utforming. Så her ble veien litt til underveis.



Bolonbelegg (vinyl), lagt i trapp. Foto: Annethe Thorsrud

## 2.10 HIMLING

Bygningsdelsnummer: 256

### 2.10.1 Spikerslag i tre

Det ble vurdert å fremskaffe brukt stenderverk i tre til spikerslag i himling. Ettersom spikerslag har lave krav til konstruktiv styrke, fremstår det som enklere å ombruke treverk til dette enn til konstruktive formål.

Vi hadde f.eks. tilgang på store mengder trestendere fra Refstad skole. Imidlertid ville det tatt mye tid å demontere og rengjøre dette, og vi manglet dessuten lagringsplass. Så tiden løp fra oss på dette punktet.

Ombruk av trevirke er kanskje et punkt man bør se nærmere på i framtidige ombruksprosjekter. Når det gjelder produksjon av nytt trevirke, er dokumentasjonsform også noe som bør vurderes. Ettersom nytt trevirke bare stempler i en ende, er dette ikke en god merkemetode ift. ombruk. Ved ombruk, bør det videre være ulike krav til kvalitetssikringsmetoder og nødvendig dokumentasjon ift. hva treverket skal ombrukes til, f.eks.;

- Ny bruk som stender i innervegg, evt. yttervegg
- Horisontalt spikerslag i vegg
- Spikerslag, innvendig himling
- Utvendig fasadelekt

### 2.10.2 Treullsementplater

Treullsementplater til synlig del av himling ble også vurdert anskaffet brukt. Det var flere mulige steder å hente fra, blant annet fantes store mengder på Tøyenbadet – fra en rehabilitering i 2008. Stort sett fant vi plater med tykkelse 50 mm. Til himlinger i kontorene trengte vi 25 mm tykkelse pga. høyden i rommet, men 50 mm tykkelse kunne vært anvendt i toaletter og garderobe. Haandverkerne hadde imidlertid kjøpt inn nok nye plater til disse rommene på det tidspunktet da det ble aktuelt å anskaffe brukte plater fra Tøyenbadet.

Ombruk av treullsementplater ville vært et veldig godt miljøtiltak da det ikke finnes resirkuleringsordninger for treullsementplater pga. kombinasjon av materialene tre og sement. Det viste seg at kapp fra de nye platene som ble benyttet måtte håndteres som restavfall hos avfallsmttaker da det ikke kunne gå til energigjenvinning pga. ugunstige forbrenningsprosesser for materialet. Prosjektet forsøkte å få til en returordning med produsent, men uten å lykkes da det ikke var stor nok skala og det ikke var satt som premiss ved innkjøpet.

### 2.10.3 Overflate, himling: Cellulosespray

Cellulosespray, basert på gjenvunnet papir, er  
brukt i himling i 1. etg og underetasje; ca. 600 m<sup>2</sup>

Som himling i 1. etg og underetasje ble det valgt et gjenvunnet produkt; ThermoCon cellulosespray. Produktet består av oppmalt resirkulert papir, som er blandet med et vannbasert lim, og sprøytes på himling. Spesifikasjoner for installasjonen i KA13 er ThermoCon SB. Fargen er lys grå, og det er lagt i 40 mm tykkelse. Totalt er det lagt ca. 600 m<sup>2</sup> med cellulosespray.



Råmateriale av oppmalt resirkulert papir. Foto: Kristine Aassved Storeide



Påføring av cellulosespray og ferdig himling. Foto: Rune Andersen

#### **2.10.4 Himlingsplater i mineralull, brukt som akustisk demping**

	U2 (Entra)	SG (Entra)	KA23 (Höegh Eiendom)	Refstad skole (UBF)
Himlingsplater i mineralull, lagt i 2 lag i et areal på ca. 1500 m <sup>2</sup>	10 %	30 %	10 %	50 %

Himlingsplater i mineralull er benyttet som akustisk demping over de faste treullsegmentplatene. Alt av himlingsplater i mineralull er ombruk.

Mineralullplater er en svært vanlig platetype brukt i systemhimling, og fantes i en rekke aktuelle rehab/rive-prosjekter. Haandverkerne demonterte 16 800 isolasjonsplater (60x60 cm + noen 60x120 cm) fra ulike bygg. Tykkelse på platene var 15-20 mm. Mesteparten ble fraktet direkte til plassen etter behov, og montert. Dette var en grei jobb, men det tok en del tid pga. mange tilpasninger/ utsparinger for rør og elektro.

Platene er lagt i doble lag mellom trelektene, og er vurdert av akustiker til å gi tilstrekkelig akustisk demping til å kunne erstatte mineralullsjiktet på 50 mm som opprinnelig var planlagt.



Himlingsplater i mineralull benyttet som akustisk demping over faste treullsementplatene. Foto: Anne S Nordby

#### 2.10.5 Kostnader, akustisk demping

I studentoppgaven fra OsloMet er kostnadsbildet sammenstilt for ombruk av himlingsplater som akustisk demping over de faste treullsementplatene. Ombruk av himlingsplater til dette formålet er beregnet til å bli 63 % dyrere enn nytt alternativ (Jødal, Hansveen og Hall, Oslo Met Bachelor oppgave 2020).

Nytt alternativ er i dette tilfellet beregnet som 50 mm mineralull, noe som ville gitt en enklere monteringsprosess. Tallene inkluderer estimert ekstra tid for utførende, men ikke administrasjon rundt søker, koordinering av henting etc. Pris for nye himlingsplater i 50 mm mineralull, ferdig montert, er hentet fra Norsk Prishåndbok. Kostnad for demontering utgjør i student-beregningene ca. 13% av totalen, transport til KA13 ca. 7 % og kostnad for montering er på ca. 80 % av totalen.

#### 2.10.6 Miljøvurderinger

I studentoppgaven fra NTNU er det beregnet en total utslippsbesparelse på 98 % ved ombruk, sammenlignet med kjøp av nye himlingsplater i prosjektet (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

	Miljøbelastning, nye elementer (A4) *	Miljøbelastning, brukte elementer (A4) *	▼ Miljø- besparelser for om bruk
Himlings-plater	0,65 kg CO <sub>2</sub> -e/ m <sup>2</sup>	0,01 kg CO <sub>2</sub> -e/ m <sup>2</sup>	98% besparelse

\* Ombruksprosessen for himlingsplater har kun utslip tilknyttet transport i fase A4

Ombruksprosessen for himlingsplater har kun utslip tilknyttet transport i fase A4, da all demontering og tilpasning er utført uten behov for energikrevende utstyr. Som sammenlignende nytt produkt er 50 mm. mineralull benyttet. Totalt gir løsningen besparelser på litt over ett tonn CO<sub>2</sub> -ekv.

Det er en ekstra miljøgevinst i å forlenge levetiden for himlingsplater siden det er dårlige avfallshåndteringsløsninger for platene per i dag. Ettersom platene består av ulike sjikt som ikke lar seg separere, er de ikke egnet for gjenvinning.

### Læringspunkter

- Vi fikk mange kommentarer om at «det går ikke an å ombruke himlingsplater – de går så fort i stykker». Men systemhimlingsplater kan ombrukes: Dersom de de- og remonteres forsiktig, vil ikke funksjonaliteten svekkes. Dessuten kan mange byggevarer ombrukes på mindre synlige plasser, der materialenes egenskaper likevel kommer til nytte.
- Framdriftsplanen for innkjøp av nye materialer er kritisk ift. å kunne benytte brukt som dukker opp i løpet av prosessen.
- Beregnehede resultater for kostnader og miljøeffekter er svært avhengig av hvilke prosesser som er inkludert.

## 2.11 AMFITRAPP

Bygningsdelsnummer: 285

Ca 250 lm håndløpere fra rekverk i Tøyenbadet ble demontert for å produsere amfitrappen.

Ca. 15 m<sup>2</sup> himling med spiler fra badstue i Tøyenbadet ble brukt til å kle undersiden av amfitrappen.

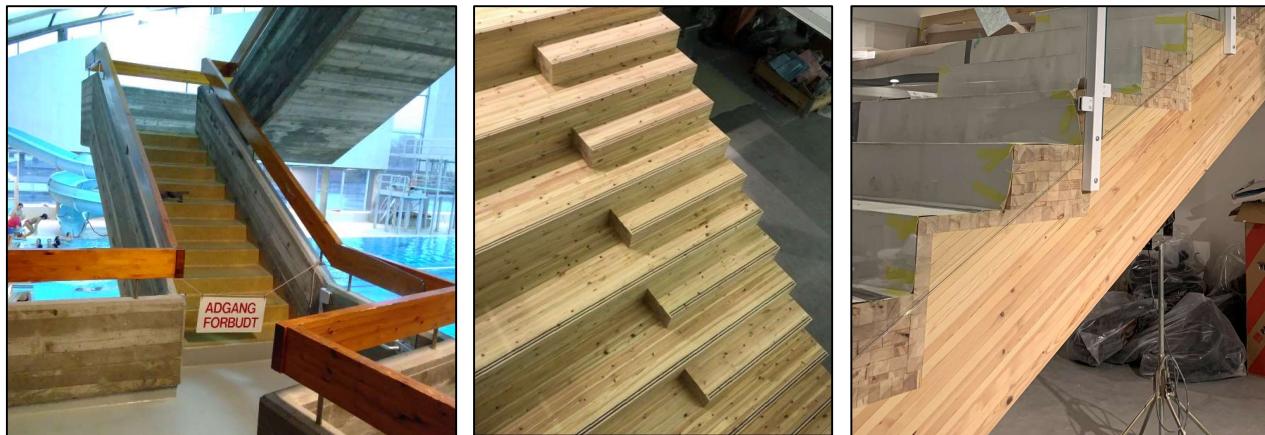
Vi var på jakt etter brukt treverk som kunne benyttes blant annet til den store amfitrappen. På Refstad skole var det limtrebjelker i ulike dimensjoner, og ARK tilpasset/ omprosjekterte amfitrappen iht. størrelse på disse bjelkene. I midlertid ble rivingen av skolen utsatt, noe som ikke passet med KA13s fremdriftsplan. Senere, ved befaring på Tøyenbadet, ble det funnet kraftige håndløpere som kunne brukes. Trappesnekken fikk dermed i oppgave å ombruke disse gamle håndløperne til amfitrapp. Trespiller i badstue på Tøyenbadet ble benyttet som spiler under amfitrappen.

Det ble brukt fagkyndig firma til å lage trappen for å få dette til. *Trappemakeren* prosjekterte trappen, på grunnlag av tegninger fra ARK.

Emnene kom som planker i forskjellige størrelser levert direkte til fabrikk i Valdres fra Tøyenbadet. Emnene/plankene ble limt sammen til større emner og tilpasset manuelt og maskinelt ut ifra

produksjonstegninger. Videre er trappen skåret ut på CNC maskin til korrekte størrelser. Mindre deler til trappen som limes er utført på fabrikken. Alle trappedelene er så pusset med bredbånds pussemaskin. Montering og overflatebehandling er utført på byggeplass.

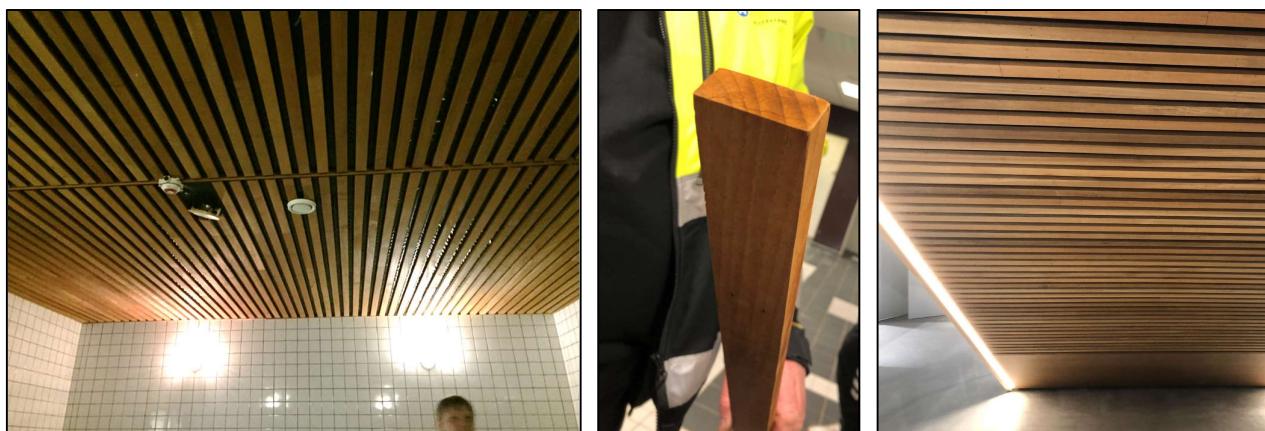
Alle deler i treverk på amfitrappen er laget av brukte materialer fra Tøyenbadet. Undersiden av amfitrappen er kledt med trespiler som kommer fra badstuehimlingen.



Kraftige håndløpere i tre, som del av rekkverk i Tøyenbadet. Foto: Anne S Nordby

Ferdig amfitrapp. Foto: Rune Andersen

Sidevange med synlig endeved. Foto: Randi Lunke



Trespiler i himling, badstue på Tøyenbadet. Foto: Catriona Shine

Demontering og KS. Foto: Rune Andersen

Ferdig underside av amfitrapp. Foto: Rune Andersen

## 2.12 REKKVERK (INNVENDIG)

Bygningsdelsnummer: 287

### 2.12.1 Gitterrister fra Tøyenbadet

38 stk. felt med gitterrister fra Tøyenbadet (KID) er ombrukt/ bygget om til rekkverk

ARK beskrev gitterrist som rekkverk av følgende årsaker:

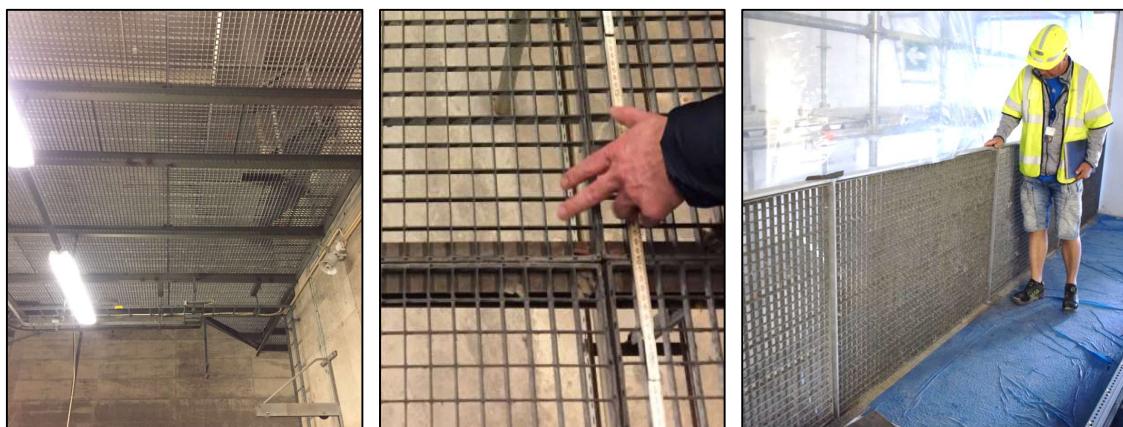
- Gitterrister har ønsket transparens
- Gitterrister er klatesikre slik rekkverk må være iht. TEK

- Gitterrister har ofte formater/ størrelser som samsvarer bra med fornuftige formater for rekkverk
- Vi har erfart at brukte gitterrister er lett tilgjengelige og demonterbare

Passende gitterrister ble funnet på Tøyenbadet, der de var i bruk som gulv på mesanin i teknisk rom. Ristenes transparens passet til formålet som rekkverk; Maskevidden var 35x35, og profilhøyde 25mm. 38 stk. felt a 990x1490 mm ble demontert i Tøyenbadet av AF Decom.

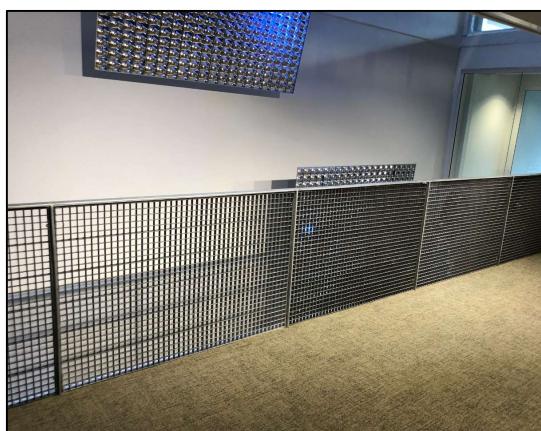
Lengdetilpasninger var en utfordring, da ristene var galvaniserte og ikke egnet for bearbeiding. Gitterristene måtte kompletteres med balustere og håndløper. RIB ble involvert ifm. innfestning.

Jomek og Haandverkerne var utførende. De- og remontering var uproblematisk.



1-2: Gitterrister som gulv i teknisk rom på Tøyenbadet, og oppmåling av disse under befaring. Foto: Catriona Shine.

3: Gitterrister monteres som rekkverk i KA13. Foto: Anne S Nordby



4: Ferdig rekkverk mot lyssjakt. Foto: Rune Andersen

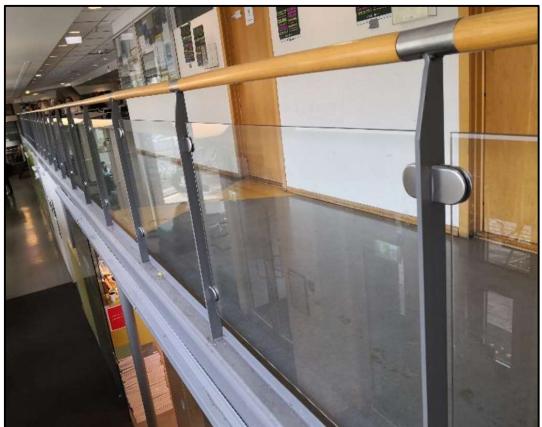
### 2.12.2 Trapperekkverk fra Refstad

Trapperekkverk i stål med vertikale spiler fra Refstad ble også vurdert underveis. Imidlertid var det ikke samsvar mellom vinkelen på gammel og ny trapp. Det ble derfor vanskelig å bygge om slik at de vertikale spilene ville stå vinkelrett. Dette ble ikke aktuelt å jobbe videre med.

### 2.12.3 Rekkverk i glass fra St Olavsplass 5

11 stk. brukte glassfelt fra rekkverk i St Olavsplass 5  
(tilsvarende ca. 24,5 m<sup>2</sup> glass) er benyttet i nytt rekkverk

Haandverkerne demonterte feltene, og CreoNordic har vært utførende for monteringen. Brukt glass er montert i nye stålprofiler. Tilpasningsfelt er i nytt glass.



Rekkverk i glass, St Olavsplass 5. Foto: Norconsult

Glassfelt med ny omramming i KA13. Foto: Rune Andersen

### 3 Interiør

#### 3.1 INTERIØRARKITEKTEN OG LEIETAKERS ERFARINGER

##### *Scenario ved interiørarkitektene Annethe Thorsrud og Kristine Aassved Storeide*

Ved kontraktsinngåelse var både leietaker og utleier omforent og klar over at dette kom til å bli en utfordrende og lærerik reise. Både med tanke på at selve ombruksmålet var ambisiøst i seg selv, og at leietaker hadde en tydelig designprofil som det ikke skulle fires på.

Visjonen var klar; hvis vi klarer målet med en krevende leietaker med klar merkevare både på fleksibilitet og design, er dette mulig for alle!

Ved å se tilbake nå, hvor vi er mer eller mindre ferdige med både prosjektering og bygging er det tre hovedpunkter vi ser var mest utfordrende sett fra et interiørarkitekts perspektiv:

- Onboarding/ Konsept

Det er komplekst å visualisere og synliggjøre et helhetlig konsept hvor det er mange ukjente faktorer, som bare må falle på plass underveis. Det krever mye av alle, men mest av alt tillit til prosess og Int Ark sin evne til å se helhet.

- Søk og tilgang til materialer

Da det var få søkerbasert på ombruksmaterialer, var det helt klart en følelse av å gå opp løypa selv. For bygningsmessige/ faste komponenter som dører, vasker, toaletter var det i hovedsak bygg som skulle rehabiliteres eller rives som ga best uttelling. For elementer som skulle skape merkevaren og designuttrykket var det verre. Svaret ble å kontakte de forhandlerne og leverandørene som vi normalt ville jobbet med, som flisleverandører, spesialsnekere og lys/ møbelforhandlere. Disse ga alle meget positive svar. Vi håper at denne prosessen nå vil gi både leverandørene og oss et incentiv til å faktisk etablere en database over overskuddsvarer som normalt sett ikke ville bli solgt igjen eller sendt tilbake.

- Prosjektering og bygging ved ombruk

Rehabilitering er i utgangspunktet en prosess hvor det er mange hensyn å ta, men å projektere med ombrukte elementer er som å legge et puslespill hvor det mangler biter.

Erfaringen er tydelig på at det er viktig å få hele verdikjeden og teamet som skal jobbe med prosjektet forankret i hva som er viktig og målet med «reisen».

Det er like viktig for rådgivende som for utførende. Vi har ved flere anledninger møtt diskusjoner og situasjoner som kunne vært unngått om vi hadde brukt mer tid på å dele mål og visjon. Alt fra at maleren maler vegger som skal beholdes, for han vil levere et pent resultat, mens vi vil gjerne beholde særpreget og forankringen mot det som var. Eller en rådgivende som tilpasser prosjekteringen av tekniske komponenter til hvert tegnet rom, men vi må ha full fleksibilitet og det må følge system, ikke planløsning.

Vi er takknemlige for å ha fått denne faglige utfordringen og har lært utrolig mye av alle involverte i prosessen. Konklusjonen er at for å oppnå en slik visjon må alle med, være kreativt fremoverlente og positive.

## 3.2 EKSISTERENDE OVERFLATER

Bygningsdelsnummer: 246

### 3.2.1 Eksisterende vegg med puss

780 m<sup>2</sup> eksisterende vegg mot nabobygg ble rensket, pusset lett og støvbundet

Eksisterende vegg mot nabobygg (Juridisk Fakultet) og to av veggene mot trapperom i 2-8. etasje ble beholdt i sin helhet. Veggene her bestod av flere lag med puss, tapet og maling. Veggene ble rensket, pusset lett, skruer etc. ble fjernet og veggene støvbundet. Konseptet var å opprettholde veggene slik de var, med tydelige merker etter tidens tann.

Enkelte veger hadde nyere hvit maling. Disse ble pusset mer ned, slik at de fikk en mer «slitt» overflate, og samsvarer med veggene i de andre etasjene. I 4. etasje fikk veggene et strøk med en lasur for å dempe de kraftige fargene som var brukt i denne etasjen. I 1. etg ble veggen pusset, denne veggen ble også beholdt slik den var.

En utfordring for IARK var å følge opp maleren, slik at det ikke ble påført for mye maling. Enkelte av de opprinnelige veggene «forsvant,» da maler malte litt for mye.



Eksisterende vegg ble rensket, slipt ned og støvbundet. Foto: Rune Andersen og Anne S Nordby

### 3.2.2 Panel og innredning i furu

46 m<sup>2</sup> eksisterende kledning og innredning i furu er beholdt, og delvis omplassert

Kontorene i 6 etg hadde en spesiell utførelse med paneler, innredning og dører i furu. Dette ble beholdt, med noen modifikasjoner.

Eksisterende profilert kledning i furu ble beholdt på vegg mot nabobygg. Kledning inne på kontorer ble tatt ned, og supplert på vegg mot nabo, slik at denne ble komplett. Kledningen ble vasket grundig med grønnsåpe.

Eksisterende inventar ble beholdt på tre kontorer. Innredningen varierer noe fra kontor til kontor, men består stort sett av skap og hyller i furu som omslutter vegg med eksisterende dør. Innredningen var i god stand, og det var et ønske om å beholde denne. Innredningen ble vasket grundig med grønnsåpe, og vil beholdes slik da IARK er godt fornøyde med fargen og overflaten.



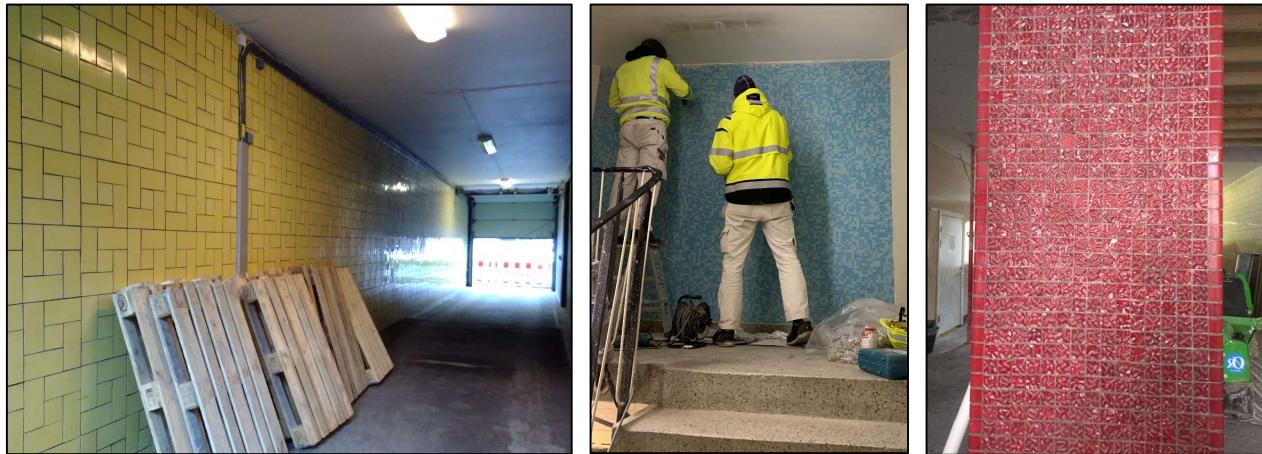
Kledning og innredning i furu beholdt og delvis omplassert. Foto: Catriona Shine, Rune Andersen og Anne S Nordby

### 3.2.3 Keramiske fliser

70 m<sup>2</sup> eksisterende keramiske fliser  
i portrom og i trapp er beholdt

Keramiske fliser ble beholdt for å understøtte tanken om ombruk. Enkelte av flisene var i ganske god stand, og krevde lite bearbeiding, mens andre var i dårligere stand, og krevde en større supplering.

Gul flisevegg i gammelt portrom var i relativt god stand med kun mindre skader, og ble stort sett kun vasket grundig. Blå flis i trapperom var i god stand, men var tidkrevende å rense. Søyler med eksisterende rød mosaikk var i dårligere stand, og ble også ytterligere skadet i byggeperioden. Disse måtte renses mer, og repareres der det manglet flis.



Opprinnelige fliser avdekket, rengjort og supplert. Foto: Anne S Nordby (1), Randi Lunke (2) og Catriona Shine (3)

Det påløp noen kostnader ved fjerning av puss,rensing av fliser og reparasjoner. Dette dreide seg primært om kostnader knyttet til arbeidskraft.

### 3.2.4 Miljøvurderinger, eksisterende overflater

Det er ikke brukt noen nye materialer ifb. behandling av vegger mot nabobygg. Det er kun gjort reparasjoner på eksisterende vegg. Det er kun brukt «snille» kjemikalier ved f.eks. støvbinding. Prosessen har gitt mindre miljøpåvirkning ved valgt løsning enn ved f.eks. helsparkling av vegg.

Det vurderes også å ha en positiv miljøeffekt å ombruke eksisterende kledning/ innredning i tre samt overflater av keramiske fliser, sammenlignet med innkjøp av nytt alternativ.

### **Læringspunkter, eksisterende overflater**

- En utfordring var å hindre maler fra å male *for mye*, og opprettholde ønsket uttrykk for eksisterende vegg med puss.
- Eksisterende fliser som skal ombrukes må passes godt på i byggeperioden, da de lett får sår og skader.
- Fliser som er delvis eller helt skjult av f.eks. puss, kan pigges frem igjen til et godt resultat, men det er tidkrevende arbeid.
- Det er vanskelig eller umulig å supplere flis med lik, ny flis ved skader. Andre alternativer må vurderes.

## **3.3 RESTEFLISER**

*Bygningsdelsnummer: 246*

Ca. 340 m<sup>2</sup> keramiske fliser er anskaffet fra restlager hos Bergersen Flis, til bruk som gulv- og veggkleddning (mosaikk) på alle toalettrom og til dusjsone i garderober.

### **3.3.1 Praktisk /teknisk gjennomføring**

Søk etter keramiske fliser ble gjort hos Bergersen Flis og Fagflis. Bergersen Flis var veldig entusiastiske på å være med i prosjektet, og kunne også bidra med store mengder flis. Det ble levert 16 paller med fliser av ulike størrelser og typer til byggeplass. Totalt utgjør dette ca. 340 m<sup>2</sup> med flis. Det er levert omtrent 100 ulike artikler av fliser til prosjektet. Flisene kommer i alle hovedsak fra overskuddslager, som følge av utgåtte varer, feilbestillinger og vareprøver.

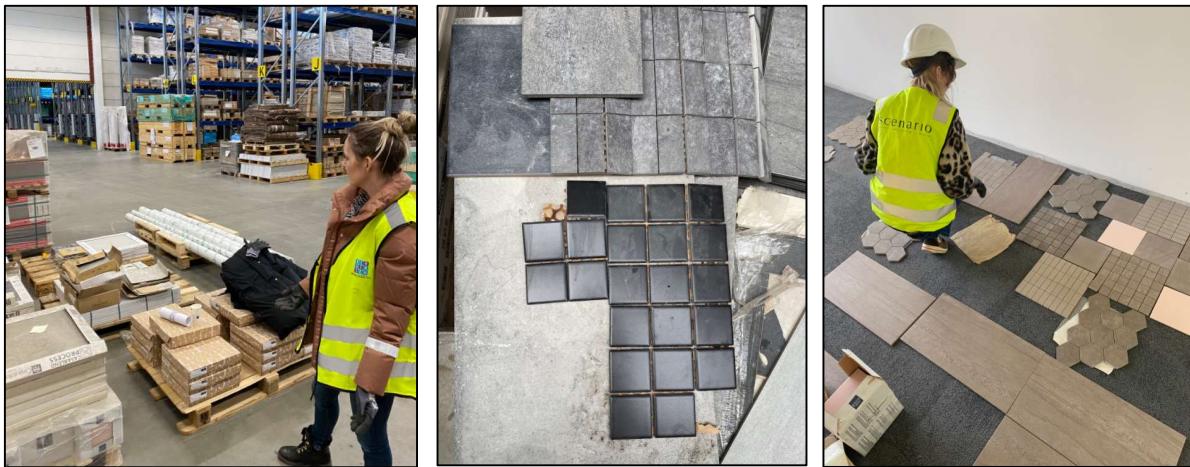
IARK var på befaring på Bergersen Flis sitt lager på Kolbotn, og valgte ut flis som egnet seg. Det dreide seg stort sett om fliser i varme og kalde gråtoner, i tillegg til sorte fliser, for å passe med interiørkonseptet og krav til UU på HC WC. I tillegg ønsket Scenario diverse dekorfliser, i andre størrelser, farger eller mønstre.

Med utgangspunkt i de 16 pallene som ble levert, la Scenario opp ulike «testmønstre» for plassering av flis på byggeplass, slik at flislegger skulle ha en mal å gå ut fra. Tradisjonell prosjektering ble erstattet av befaringer og gjennomgang på stedet, da det ikke var full oversikt over hvilke fliser og hvilken mengde per flis som ble levert, og opptegning av dette ikke ville vært mulig. Flislegger fulgte mal så godt som mulig, og konseptet ble endret ettersom noen fliser ble brukt opp, og andre funnet på nye paller.

Scenario stod for kvalitetssikring av uttrykket, slik at dette ble iht. ønsket konsept.

Utfordring ved legging av flisene var at flisene hadde ulike tykkeler. Fliser som var uforholdsmessig tykke og/eller tunge ble valgt bort. Fliser som krevde en spesiell type lim eller måtte kuttes med vannsag ble også valgt bort.

Overskuddet av fliser fra KA13 går videre til Höegh sitt prosjekt i KA23 som ønsker å gjøre noe tilsvarende med sitt prosjekt.



Utvælgelse av restefliser og prøvelegging. Foto: Kristine Aassved Storeide



Ferdig mosaikk av restefliser på toalettrom. Foto: Kristine Aassved Storeide

### 3.3.2 Miljøvurderinger

Flisene er ikke brukt tidligere, men kommer fra restlager. For å vurdere miljøbesparelsen må man se til hva som ville skjedd med flisene dersom de ikke ble brukt i KA13.

Bergersen Flis opplyser om at mesteparten av de 100 ulike variantene ville endt opp som kast, da det her var snakk om mange småpartier fra ulike produksjonsbatcher som de ikke hadde fått solgt gjennom tradisjonelle kanaler. Mengdene per artikkel var for små til å kunne realisere et salg. Noen få fliser ville blitt brukt som vareprøver, men det er også begrenset hvor mye vareprøver de har behov for. Noen få fliser kunne man fått solgt i en billigkrok/på Finn.no, men vi snakker her små mengder.

Konklusjonen er at man gjennom å bruke restlagre av keramisk flis, kan benytte en ressurs som ellers i stor grad ville ha blitt kastet. Ettersom keramisk flis har relativt høy miljøbelastning i produksjon, kan dette gi verdifulle klimagassreduksjoner. Gjennom å jobbe med å skape nye uttrykk, kan interiørarkitekter dessuten påvirke preferanser om hva som kan være estetisk akseptabelt. I den grad «restlager-design» blir trendy, er dette bra for miljøet!

### **Læringspunkter, ombruk av keramiske fliser fra restlager**

- Nye og spennende uttrykk kan skapes ved bruk av ulik overskuddsflis
- Prosjektering kan være utfordrende. Løsninger må formidles og kvalitetssikres ofte underveis for å få ønsket uttrykk

## **3.4 SPILEKLEDNING**

*Bygningsdelsnummer: 246*

**Ca. 760 lm. trespiler anskaffet fra korridormimlinger,  
Refstad skole brukt i sittebåser og kinorom**

Trespiler fra Refstad Skole ble tidlig vurdert som en god mulighet for ombruk i prosjektet. IARK var på en befaring med Haandverkerne på Refstad, og spilene ble godkjent for bruk til kledninger. Spilene ble deretter demontert og frakket til lager på Vollebekk. Befaring med møbelsnekker LUN ble utført på lageret, hvor på spilene ble transportert til LUN sitt verksted for bearbeiding.

Det ble tidlig i prosjektet også tatt vare på 2+2+2 stk. felt med trespiler fra U2 uten planlagt bruksformål. Scenario ønsket imidlertid å gå bort fra disse da de var av en tresort som ikke passet inn i konseptet, og prioriterte i stedet spiler fra Refstad.

Spilene fra korridorene på Refstad er av god kvalitet, i furu, behandlet med hvit lakk, og ble vurdert til at de kan brukes i sin opprinnelige form, uten for mye bearbeiding. LUN tilpasset spilene til de områdene hvor de var ønsket brukt; inne i sittebåser i 1. etg og på vegger i kinorom i kjeller.

En utfordring var at spilene hadde mange eksisterende skruehull, som ikke ville korrespondere med nye plasseringer av skruer. Det ble vurdert ulike alternativer med å tette hullene, men det ble bestemt å beholde hullene slik de er, og vurdere tiltak på plassen.

Trespilene har vært en bra ressurs i prosjektet, og gitt mulighet for estetisk fin lyddemping, samtidig som det har vært få konsekvenser for prosjekteringen. Totalt er ca. 760 lm trespiler ombrukt i prosjektet til;

- Sittebåser: ca. 400 lm
- Kinorom: ca. 360 lm



*Trespiler demontert fra himling i korridor på Refstad skole. Foto: Anne S Nordby*

*Lagring og produksjon hos LUN. Foto: Lars Ulrich Nielson*

*Montering i KA13. Eksisterende skruehull beholdt. Foto: Kristine Aassved Storeide*



Ferdige sittebaser og kleddning av brukte spiler på bakvegg i kinorom. Foto: Rune Andersen

Det har vært noen kostnader knyttet til demontering, transport og lagring, foruten kostnader knyttet til bearbeiding av spilene på verkstedet til møBELSnekker.

Ombruk av trespiler forlenger levetiden til treverket. Dette bidrar til at karbon bindes i bygg istedenfor å slippes ut i atmosfæren under forbrenning, som er den vanlige avfallsbehandlingen for treverk.

#### **Læringspunkter, ombruk av trespiler**

- Trespiler er anvendbare til ulike interiørformål, og er lette å bearbeide
- Det kan være utfordrende å vurdere mengde og planlegge for ny bruk, når spilene kommer i ulike lengder.

## **3.5 KJØKKENINNREDNING**

Bygningsdelsnummer: 273

Skrog til kjøkkeninnredning ble anskaffet fra:

Lambertseter sykehjem (OBY):

- 7 skuffeseksjoner
- 7 skap m hyller
- 5 servantskap under kum

St Olavsplass 5 (Entra);

- 2 stk. servantskap under kum

### **3.5.1 Praktisk/ teknisk gjennomføring**

Gjennom Rehub-prosjektet (Rambøll), kom vi i kontakt med Omsorgsbygg (OBY) som skulle rive Lambertseter sykehjem. Rambøll hadde foretatt ombrukskartlegging, og formidlet mulighet for ombruk i KA13 av blant annet

kjøkkeninnredning fra 7 like etasjer. Innredningen hadde underskap med 60 cm bredde som var iht. tegninger fra IARK, og var relativt ny.

Demontering av kjøkkenskap og blandebatterier ble gjennomført Haandverkerne og rørlegger parallelt med øvelse i beredskapstroppen. Det manglet 2 stk. hele benkeskap, ettersom noen av skapene hadde skader. Imidlertid fant vi mulighet for komplettering av skap fra St. Olavs Plass 5.

Skrogene fra Lambertseter Sykehjem og St. Olavs Plass ble fraktet først til lager på Vollebekk, og så til byggeplassen. IARK og LUN gjennomførte befaring for å vurdere standard på skrogene. Skrogene ble vurdert som gode nok for ombruk.

LUN produserte nye fronter, foringer og sokler i 15 mm kryssfiner etter tegninger fra IARK. Det var et ønske om å ombruke kryssfinér fra midlertidige sperringer osv. på byggeplassen, men denne var for tynn og ustabil til å kunne brukes. LUN produserte også benkeplate, bakplate og hyller på vegg, og himlingsparti over kjøkkenet. Kryssfinéren i frontene ble mattlakkert, og vil tåle bruken i lokalene godt.



Kjøkkeninnredning/skrog fra Lambertseter sykehjem. Foto: Rehub/ Rambøll



Skrog ferdig montert med nye fronter i 15 mm kryssfiner. Foto: Lars Ulrich Nielson/LUN og Anne S Nordby

### **Læringspunkter kjøkkeninnredning**

- De fleste skrog har like mål, så det er forholdsvis enkelt å bruke skrog fra ulike steder sammen.
- Om man skal ombruke kryssfinér fra byggeplass til kjøkkenfronter, må dette avklares tidlig, slik at platene har minimum 15 mm tykkelse. Det kan generelt være en idé å investere i dyrere provisoriske byggevarer under byggeprosess for å kunne ombruke dem i ferdig bygg

## **3.6 AUDITORIESTOLER**

*Bygningsdelsnummer: 276*

40 stk. auditoriestoler ble demontert fra  
Diakonhjemmet sykehus (Diakonhjemmet eiendom)

34 stk. ble trukket om og ombrukt i auditoriet i kjeller

Flere løsninger ble vurdert, blant annet auditoriestoler fra Refstad skole og fra St. Olavs Plass 5. Det var blant annet måten stolene var festet til gulvet på som var utfordrende for ombruk. På Refstad var stolene montert i et amfi, og de ville derfor ha vært arbeidskrevende å tilpasse til montering på flatt gulv.

Auditoriestolene fra St. Olavs Plass 5 var interessante ettersom de var originale og fra samme tidsepoke som KA13, men miljøsaneringsrapporten viste at det var ftalater i skai-trekket. Som avfall krever ftalater spesialbehandling, men vi diskuterte om det likevel var mulighet for ombruk med miljøkartlegger i både Asplan Viak og Norconsult. Om man skal ombruke eller ikke i et slikt tilfelle blir gjerne en avveining mellom inneklima (tilførsel av ikke-lavemitterende materialer) og ombruksverdi, der det første evt. delvis kan kompenseres med økte luftmengder og økt renholdshyppighet. Det var ikke tatt prøver av skai-trekket, men dette burde gjøres for få oversikt over hvilke ftalater og mengde og deretter gjøre en vurdering. Det viste seg imidlertid at stolene var for høye til å kunne monteres på et flatt gulv, og vi gikk dermed bort fra løsningen.

På Diakonhjemmet sykehus var det også auditoriestoler fra to auditorier på VID Campus på Borgen i Oslo. Stolene var trolig fra 1991 og de var i god stand. De var fastgjort til en horizontal stålprofil (4-6 stoler pr stålprofil), som igjen var skrudd fast til gulvet.

Østheim entreprenør demonterte 40 stk. stoler, som så ble sendt til møbeltapetserer (LUN) for å bli trukket om. Stolene var av noe ulik kvalitet og størrelse. Dette ble løst ved at de høyeste stolene ble plassert bakerst i lokalet, og eksisterende stålstag ble kuttet til, for å passe med ny oppstilling. Det ble besluttet å ikke bruke tilhørende klapp-bord. Sete og rygg fikk ny polstring og tekstil. Stolene ble polstret noe ekstra i både sete og rygg for økt komfort.

Stolene monteres i auditoriet i kjeller.



Omtrekking av auditoriestoler hos LUN. Foto: Lars Ulrich Nielson

### Læringspunkter, auditoriestoler

- Type innfesting av stoler er vesentlig for å kunne vurdere ombruk. Amfistoler egner seg ikke nødvendigvis for flatt gulv, og omvendt.
- Høyde og form på stolene og evt. klapp-bord må vurderes i ny situasjon.
- Slitte tekstiler kan trekkes om
- Ftalater i skaitrekk kan vurderes for ombruk, selv om dette krever spesialbehandling etter bruk.

## 3.7 ANNEN INNREDNING

Det ble tidlig bestemt at spesialdesign skulle ta utgangspunkt i furu. Dette henger sammen med at både Tewo-vegger, vinduer, foringer og vindusbrett også er i furu. I tillegg anså vi det som lettare å få tak i brukte kryssfinér og heltre i furu enn i for eksempel eik. Det ble gjort søk på brukte furu heltre, kryssfinér og finerte overflater. Det viste seg å ikke være så lett å få tak i, da trevirke er et materiale som vanligvis ikke tas vare på for ombruk.

Det ble også gjort søk etter marmorplater, plastplater, corian og stålplater. På Tøyenbadet ble det funnet og demontert 7 + 7 stk. (1,25 x 2,5 m + 1,25 x 1,25 m) perforerte stålplater. Platene var der brukt til overflater ved en rehabilitering i 2008, og var i god stand. Platene vurderes brukt til hyller i KA13.

Det var et ønske om å ombruke sittebenker fra Henrik Ibsens gate 53, men liten tilgang på lagringsplass, gjorde at disse ikke kunne tas vare på.

Lamellgardinger fra DEG 8 ble vurdert med tanke på ombruk i KA13. Ettersom vi hadde andre høyder og bredder på vinduene, tok vi kontakt med produsenten rundt mulighet for tilpasning. Den opprinnelige produsenten av lamellgardinene (Notto Tekstil & Solskjerming AS) hadde trolig ikke fått en forespørsel om ombruk før, og var tydelig på at omsyng av gardiner og tilpasning av skinner osv. ville bli vesentlig dyrere enn å kjøpe nye produkter. Da interiørarkitektene gikk for en annen løsning ift. solskjerming, ble det uansett ikke aktuelt å gå videre med dette.

### 3.7.1 Garderobeskap

34 stk. Z-skap (17 doble) hentet fra Refstad Skole (UBF).  
20 stk. (10 doble) ombrukt i garderoberom i kjeller.

Vi fikk velge ut skap og innredning fra Refstad skole etter de andre skolene i Oslo kommune hadde merket utstyr de ønsket å overta. Det var mange garderobeskap igjen, og vi valgte ut de som var i best stand. Skapene ble lagret på Vollebekk før de måtte flyttes til Posthuset pga. utløpt leietid på lageret på Vollebekk.



Garderobeskap i garderobe på Refstad skole, og under lagring. Foto: Anne S Nordby og Randi Lunke

### 3.7.2 Resepsjonsdisk i corian

Resepsjonsdisk følger en tydelig designprofil for Spaces som det vanligvis ikke avvikes fra. Disken er bygget opp av corianplater. Corian er et materiale som enkelt kan ombrukes/ oppsirkuleres ved at mindre biter kan sveises sammen til større felt og ny design. Vi valgte å avvike noe fra designprofilen når det gjelder hvilken hvitfarge som ble brukt for å kunne ombruke corianplater fra brukte resepsjonsdisk.

50% av toppen av resepsjonsdissen er ombruk fra Visit Oslo i Østbanehallen. Resepsjonsdissen er produsert hos LUN.



Resepsjonsdisk i corian. Foto: Rune Andersen

### 3.7.3 Cafédisk

Utvendig kleddning på cafédisk er keramiske fliser fra restlager hos Bergersen Flis.

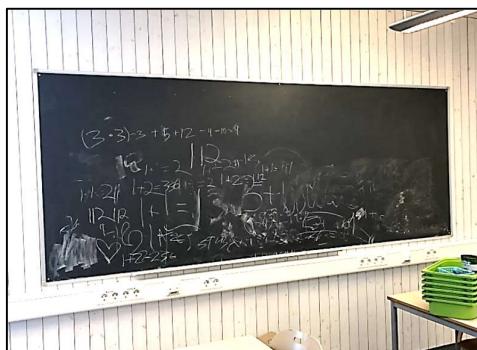


Visualisering av cafédisk kledt med ombruk/ restefliser. Illustrasjon: Scenario

### 3.7.4 Tavler

2 stk. tradisjonelle skoletavler fra Refstad Skole (UBF)  
ombrukt i resepsjonsareal 1.etg.

Tavlene fungerer som oversikt over leietakere i bygget, og tekst kan enkelt skiftes ut. Tavlene tilfører en estetisk vri, da de understøtter tanken om fleksibilitet og ombruk. Tavlene medførte ingen kostnader eller miljøkonsekvenser ut over demontering, transport og lagring.



Skoletavle fra Refstad Skole. Foto: Kristine Aassved Storeide

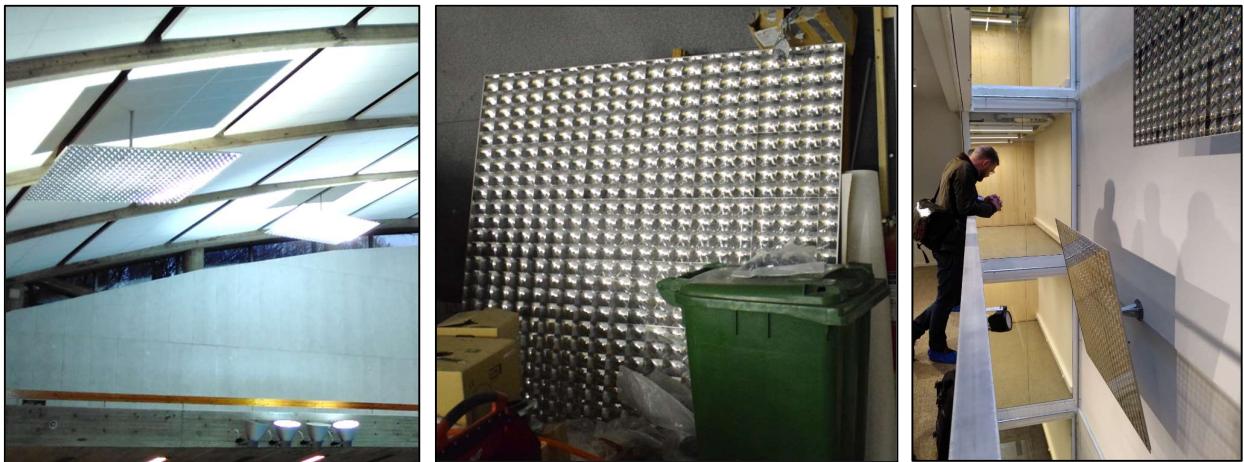
### 3.7.5 Reflektorer

12 stk. reflektorer demontert fra Tøyenbadet (KID).  
7 stk. ombrukt i lyssjakt.

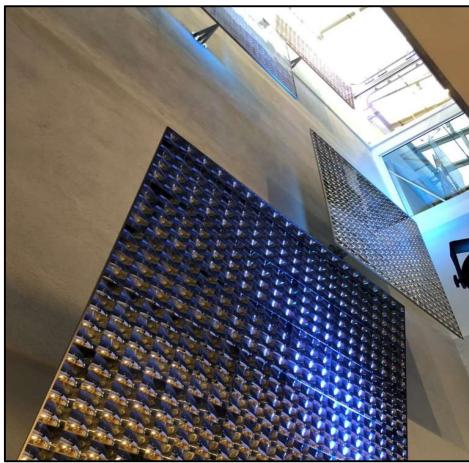
Over bassenget på Tøyenbadet hang det 12 stk. reflektorer som var belyst for å lyse opp i bassengområdet, og disse ble demontert av AF Decom. 7 stk. ble montert på veggen i lyssjakten mellom 2-8.etg i KA13 som et dekorativt kunstelement.

Det ble gjennomført test med lyskastere for å vurdere plassering og type lys for belysning av reflektorene. Det ble valgt å benytte lyskastere med RGB-lys, disse ble plassert på dekkforkanten ved lyssjakten i hver etasje. Lyskasterne er nye.

Festene ble laget kortere slik at reflektorene kunne festes nærmere veggen, reflektorene kan tiltes opp og ned slik at man oppnår ønsket effekt. Det var ikke nødvendig med noen reparasjoner på reflektorene. Reflektorene ble mellomlagret på Posthuset etter demontering på Tøyenbadet.



Reflektorer ble demontert fra taket på Tøyenbadet, lagret og til slutt montert i lyssjakt i KA13. Foto: Anne S Nordby



Lyssjakt med reflektorer. Foto: Rune Andersen

### 3.7.6 Kostnader

Reflektorene satt høyt oppunder taket på Tøyenbadet, og var komplisert å ta ned. Demonteringen var dermed prisdrivende. I tillegg til demonteringen, var det kostnader forbundet med transport, lagring og montering. Det vil også bli kostnader i drift til ekstra strøm for lyskastere. Da dette ble brukt som et dekorativt kunstelement, er det vanskelig å vurdere kostnader i forhold til et annet alternativ.

## 4 Byggeteknisk

### 4.1 RÅDGIVENDE OG UTFØRENDE BYGGTEKNISK; ERFARINGER

#### **Rambøll ved Asbjørn Christiansen og Christian Gamst**

Oppgaven syntes spennende da vi fikk anledning til å medvirke i et prosjekt der rådgivere generelt har liten erfaring, slik at vi kunne benytte prosjektet som en erfaring og fin referanse med tanke på senere ombruksprosjekter. Utfordringene lå i å velge konstruksjonsløsninger der vi tror det er mulig å hente inn bygningselementer som er egnet og lar seg ombruke.

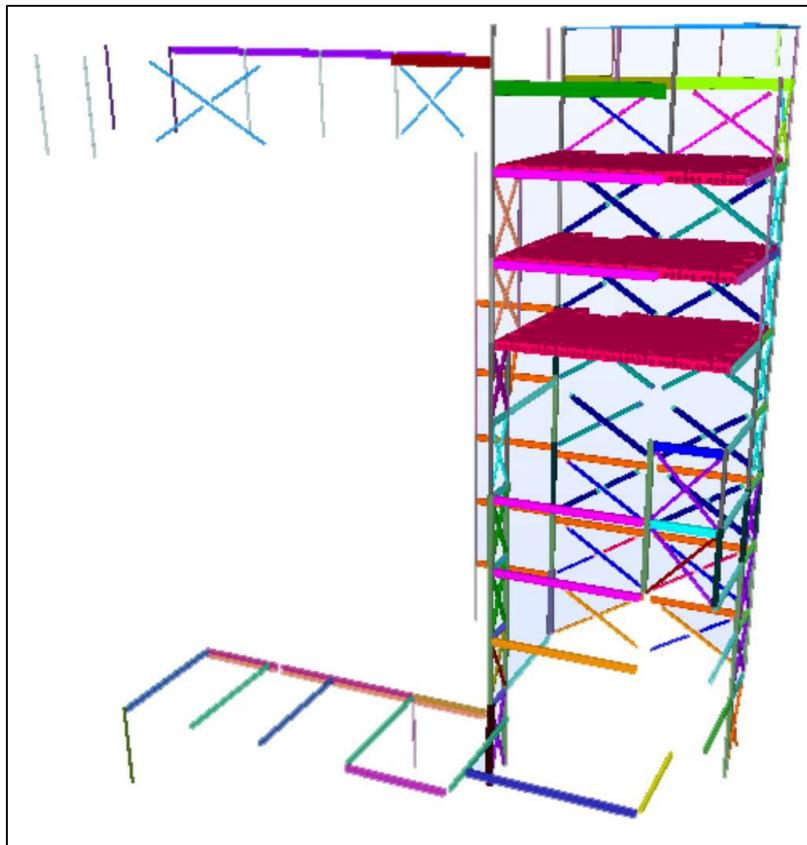
Erfaringer:

- Det ble en omfattende dialog med entreprenør som sto for innhenting av stålelementer spesielt.
- Ombruk av hulldekker fra kun ett bygg var enklere å håndtere, men kapasitetskontroll er omfattende å dokumentere.
- Det har vært en del ventetid på avklaringer i prosjektet knyttet til hvilke elementer som kunne benyttes, samt om elementene måtte bearbeides og suppleres med andre elementer.
- Tett oppfølging mellom RIB og leverandør er en forutsetning for et vellykket prosjekt.
- Arbeidsomfanget ble mye større enn for normal prosjektering, og vil være vanskelig å estimere med tanke på evt. fastpris.

#### **Øst-Riv ved Mats Mauer Pettersen**

Prosjektet skiller seg fra et konvensjonelt rive/byggeprosjekt ved at det parallelt har foregått små og store FOU-prosjekter som har vært sentrale for leveransene. Dette har naturligvis økt kompleksiteten i prosjektet, og det krevede mye av organisasjonen og godt samarbeide for å holde fremdriftsplanen. Prosjektet har gitt verdifull læring og det har vært inspirerende å få være med på dette flaggskipsprosjektet innen bærekraft. Erfaringene kan vanskelig oppsummeres i enkle punkter, men her gjør vi allikevel et forsøk:

- Demontering krever andre og mer skånsomme arbeidsprosedyrer enn konvensjonell riving. Det er flere manuelle operasjoner, og derfor mer tidkrevende. Det gir også en mer krevende logistikk i prosjektet.
- Det har vært en «skattejakt» etter materialer, der disse ikke ble hentet fra Kristian Augusts gate 13. Riveprosjekter, der demontering er en del av bestillingen, hører fortsatt til unntakene. Det har derfor vært krevende å finne rom for demontering i andre pågående prosjekter, uten at dette går på bekostning av fremdrift der. Dette har begrenset tilgang til brukte byggevarer.
- Prosjektet har krevd tett samarbeide med de prosjekterende, slik at de materialene vi har fått tilgang til i løpet av prosjektets gang kunne implementeres i tegninger. For eksempel alternative stålprofiler, der man ikke fikk tak i de profilene som opprinnelig var prosjektert.
- Å levere brukte bygningsmaterialer har krevd skånsom transport og mellomlagring. Dette er oppgaver en entreprenør vanligvis ikke håndterer selv, men noe materialleverandørene pleier å stå for.
- Da prosjektet startet, var det svært liten kunnskap om regelverket rundt dokumentasjon av brukte byggevarer, i bransjen. Her har Øst-Riv, i samarbeide med resten av aktørene i prosjektet, opparbeidet seg forståelse for muligheter og begrensninger innen dagens regelverk.
- Øst-Riv, med Stokke Stål som underentreprenør, har besørget en rekke tester av materialers egenskaper utført. Dette er verdifull erfaring å ha med seg til et senere ombruksprosjekt.
- Prosjektet har funnet fram til en metode for å teste egenskapene til bruk stål, som er langt mer effektiv enn den metoden man hadde kjennskap til ved prosjektets start.



*Ombrukte elementer i KA13: Byggeteknisk. Bilde fra IFC filen. Illustrasjon: MAD*

Kvalitetskontroll og dokumentasjon av bærende konstruksjoner var for øvrig tema i en serie arbeidsmøter i regi av FutureBuilt. Det ble i prosjektet diskutert prosesser for stål og betong med hjelp fra blant annet Stålforbundet, Kontrollrådet for betong og Sintef. En egen erfaringsrapport fra disse arbeidsmøtene ble laget til FutureBuilt 20.02.2020.

## 4.2 STÅLKONSTRUKSJONER

*Bygningsdelsnummer: 222 Søyler + 223 Bjelker*

<b>Karl Johansgate 23 (Øst-Riv)</b>	Ca. 3 tonn: demontering av provisorisk stål for bæring
<b>Dronning Maudsgate 1-3 (Øst-Riv)</b>	Ca. 7 tonn: demontering av toppetasje
<b>Stena stål gjenvinning (Stokke Stål)</b>	Innkjøpt ca. 4 tonn: 3 tonn hullprofiler og 1 tonn vinkler. Tidligere formål – ukjent. Stålet ble levert som overskuddsmaterial til gjenvinning
<b>Agility Group (Stokke Stål)</b>	Innkjøpt ca. 22 tonn: 18 tonn hullprofiler og 4 tonn bjelker og vinkler. Prosjekter ukjent.  Agility Group produserer offshore-installasjoner, og får stål til overs ifm. produksjonen. Stokke Stål har i perioden fått lete etter passende profiler. Overskuddet sendes vanligvis til gjenvinning.
<b>Stokke Stål</b>	Ca. 23 tonn fra restlager: 17 tonn hullprofiler og 6 tonn bjelker og vinkler.  Stemplings stål fra prosjektet Grans i Sandefjord. Midlertidig stål fra Dronning Mauds gt. Midlertidig stål fra prosjektet Oksenøye i Fornebo. Midlertidig stål fra tidligere prosjekter.

Til sammen ble det fremskaffet ca. 57 tonn bruk stål til verksted. I ferdig bygg er det anvendt ca 45 tonn bruk stål, av totalt ca. 64 tonn stål (ombrukt og nytt). Alt bruk stål antas at kommer fra Oslo/ Østlandsområdet, og har blitt fraktet via verksted/lager hos Stokke Stål i Vestfold til byggeplass i KA13. Stålet er brukt som forsterkninger i eksisterende bygg og som bærekonstruksjoner i nytt tilbygg.

#### 4.2.1 Praktisk /teknisk gjennomføring

Stålkonstruksjonen består hovedsakelig av kald og varmformede hullprofiler, I-bjelker, H-bjelker og HSQ bjelker.

Ca. 70 % av stålkonstruksjonene i KA13 er ombruksstål. Øst-Riv og Stokke Stål AS startet innsamling av bruk stål før prosjektet kom i gang, og brukte mye tid på å lete rundt blant aktører som kunne ha stål liggende. Stålet kommer fra ulike kilder: Riveprosjekter, overskudd fra tidligere prosjekter, midlertidige konstruksjoner og private avfallsselskaper.

Øst-Riv har anskaffet ca. 10 tonn bruk stål fra bygg som de har revet. Stålet kommer fra følgende bygg i Oslo: Karl Johansgate 23, der det var brukt provisorisk stål for bæring, og Dronning Maudsgate 1-3, der den øverste etasjen ble demontert. Stokke Stål har kjøpt inn bruk stål fra *Stena stål gjenvinning og Agility Group*. Tidligere formål/prosjekter for dette stålet er ukjent, men det antas å stamme fra Østlandsområdet. Alle elementene ble fraktet til verksted hos Stokke Stål i Vestfold, som også bidro med stål fra sitt restlager. Dette kommer fra f.eks. midlertid bruk stål og feilkjøp, og vil vanligvis gå til gjenvinning.



Demontering av stål i Dronning Mauds gate 1-3. Foto Thomas Lindseth  
Analyse av kjemisk sammensetning med OES-spektrometer. Foto: Stokke Stål



Lagring av stål. Foto: Stokke Stål

Å kjøpe alt stål før prosjektstart skapte både logistiske og økonomiske utfordringer. Håndtering med full sporbarhet av brukte komponenter med spesifikke egenskaper krevde mer plass og tid enn vanlig, og man leide ekstra areal (jorde fra bonde i nærheten), for å sortere stålet i ulike batcher. Alle endeplater, fotplater, klakker etc. er anskaffet som nytt da dette er vanskelig å finne brukt. Det er også uforholdsmessig dyrt å tilpasse slikt stål.

Likviditetsproblemer kan oppstå hvis man må binde opp mye kapital for å kjøpe materialer, men dette ble løst i prosjektet takket være langvarige og gode forhold mellom aktørene, og en felles interesse for å lykkes.

Anskaffelsene har foregått i tett dialog med RIB, som har gitt tilbakemelder underveis om stålet kan brukes ut ifra prosjektert underlag eller mulighet for omprosjektering. Ved omprosjektering til større dimensjoner har ARK, RIV og RIE vurdert dimensjonene opp mot prosjekterte romhøyder, kryssing av føringer osv. RIB har ajourført materialistene med valgte dimensjoner og har til enhver tid hatt kontroll på det stålet som mangler.

#### **4.2.2 Kvalitetssikring og dokumentasjon**

Prosedyre som er fulgt for testing er utformet av Stokke Stål i samarbeid med PRO Development, som laget en liten rapport om testmetodikken og prosessen. Prosjektet fikk også god hjelp av Norsk stålforbund, som innehar god kunnskap om krav og gjeldende standarder.

Profilene ble sortert basert på opprinnelse og egenskaper i testgrupper, og et sporingssystem med individuelle referansenummer ble brukt. Alle profiler ble testet med en UCI-hardhetsmåler for å bekrefte batch-homogenitet. Deretter ble den kjemiske sammensetningen av alle profiler undersøkt med et bærbart OES-spektrometer. Hardhetsprøvene ble utført av Stokke Stål, mens analysen med spektrometer ble utført av Mantena AS.

Ut fra dette kunne stålet deles inn i 13 testgrupper/ batcher. For hver batch er det tatt en prøve (kappet en bit på ca. 30 cm) som ble sendt til destruktiv testing av strekk og støtmotstand på lab hos Sintef i Oslo. Test-prøvene ble håndtert som avfall etter testing. Resultater fra testing ga informasjon om materialet som gjør at man kan ha kontroll på sveisearbeidet på stålet.

Stokke Stål CE merker stålet og utsteder ytelseserklæring av stålet når montasje arbeidet er utført. KS og rutiner på dette blir utført iht. NS EN 1090-2. Dette gjennomføres og dokumenteres på en normal måte. Ansvar for leveransen ligger hos Øst-Riv. RIB merker/ tagger brukte stålelementer i BIM-modellen.

#### **4.2.3 Bearbeiding, reparasjoner**

Klakker osv. er fjernet. Stålet ble videre bearbeidet ved sandblåsing og priming. Priming ville uansett vært gjort for nytt stål, men sandblåsing er en ekstra prosess som ble valgt for bruk stål. Sandblåsing ble utført på verkstedet til Stokke Stål. Det ble brukt gjenvinnbart blåsemiddel (kan gjenbrukes 50-500 ganger). Eventuelle miljøgifter i tidligere overflatebehandling av det brukte stålet ble fjernet ved sandblåsing, og tatt hånd om hos Stokke Stål. Tidsbruken knyttet til sandblåsing var ca. 70 timer for alt stålet.

Produksjonen var ikke vanskeligere enn med nytt stål, men tok lengre tid. Det meste av tiden ble brukt på å opprettholde full sporbarhet gjennom hele prosessen. Sandblåsing og priming ble sannsynligvis mindre effektivt enn om det hadde vært nye profiler, noe som ga litt økt produksjonstid og energiforbruk sammenlignet med nytt. Noe ekstra skjøting skjedde også for å oppnå riktig lengde på komponentene og for å unngå avfall.

#### **4.2.4 Montering/ demonterbarhet**

Iht. målsetningen om å prosjektere for ombruk i senere prosjekter vurderte RIB å benytte underliggende bjelker med bolteforbindelse til bærende søyler. Det viste seg at en slik utførelse i dette prosjektet kom i konflikt med høye vinduer for å gi maks. lysinnslipp i fasadene.

Opprinnelig var det tenkt I- eller H-profiler som bæring under betongdekket, men høyden på bjelkene stjal lys fra vinduene. Derfor ble det brukt hatteprofiler, som ligger i samme horisontale sjikt som hulldekkene. I- og H-profiler kan med fordel boltes til søylene, men bolteløsning er ikke vanlig i knutepunkt mellom hatteprofiler og søyler. Bolteløsning er derfor kun prosjektert og gjennomført for bakveggen i akse A som ikke har vinduer.

I KA13 måtte tilbygget tilpasses og matche etasjehøydene i eksisterende bygg. Med en større etasjehøyde, der man ikke er avhengig av at vinduene går helt opp til dekkekanten for å få nok dagslys, vil en bolteløsning være et enklere alternativ.



Montering av brukt stål på plassen. Foto: Stokke Stål

#### 4.2.5 Kostnader

I studentoppgaven fra OsloMet (Jødal, Hansveen og Hall, Oslo Met Bachelor oppgave 2020) er det benyttet en pris på anskaffet ombruksstål på ca. 86 kr/kg. Da studentoppgaven ble utarbeidet, forelå imidlertid ikke komplett oversikt over alle entreprisekostnader for ombruksstålet. Det viste seg at kostnaden for ombruksstålet ble noe høyere, opp mot 100 kr/kg. I dette tallet inngår også etter ombruksstål, innkjøp, demontering, scanning/ testing, bearbeiding, mellomlagring, transport og montering. Med en forutsatt nypriis på 67 kr/kg ble ombruksstålet dermed ca. 49 % dyrere enn anskaffelse av nytt stål.

Tid til prosjektering (RIB) og prosjektledelse er ikke medtatt i disse beregningene. Tid til ekstra prosjektering er estimert til å ha vært dobbelt så lang som for et lignende prosjekt der valgfrie profiler brukes. Forhåpentligvis vil man kunne dra nytte av erfaringene neste gang, og gjennomføre mer rasjonelle prosesser.

#### 4.2.6 Miljøvurderinger

I studentoppgaven fra NTNU er det beregnet en total utslippsbesparelse på 97 % ved om bruk, sammenlignet med kjøp av nytt stål i prosjektet. (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

	Miljøbelastning Nye elementer (A1-A4) *	Miljøbelastning, Brukte elementer (A1-A4) *	▼ Miljøbesparelse ved ombruk
<b>Stålsøyler og -bjelker</b>	2,5 kg CO <sub>2</sub> -e/ kg	0.07 kg CO <sub>2</sub> -e/ kg	<b>97 % besparelse</b>

\* A1-A4 angir de første fire fasene i en livsløpsvurdering, der A1-A3 er Produksjonsfasen, og inkluderer råmaterialer, transport og tilvirkning. A4 er i Konstruksjons- og installasjonsfasen og inkluderer transport.

Resultatene viser miljøbelastning i form av klimagassutslipp (CO<sub>2</sub>-ekv) per kg for nytt og brukt stål. Nytt stål er forutsatt en resirkuleringsgrad på 13%.

Beregningene er basert på ombruk av ca. 45 tonn stål. Ombruk av stål gir prosjektet klart størst gevinst, med besparelse på totalt ca. 110 tonn CO<sub>2</sub>-e. Prosessene som gir størst bidrag til klimagassregnskapet ved ombruk er bearbeiding av stålet, som inkluderer blant annet kapping og sandblåsing av alle overflater. Dette utgjør 67% av utslippene knyttet til ombruk (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

### Læringspunkter, ombruk av stål

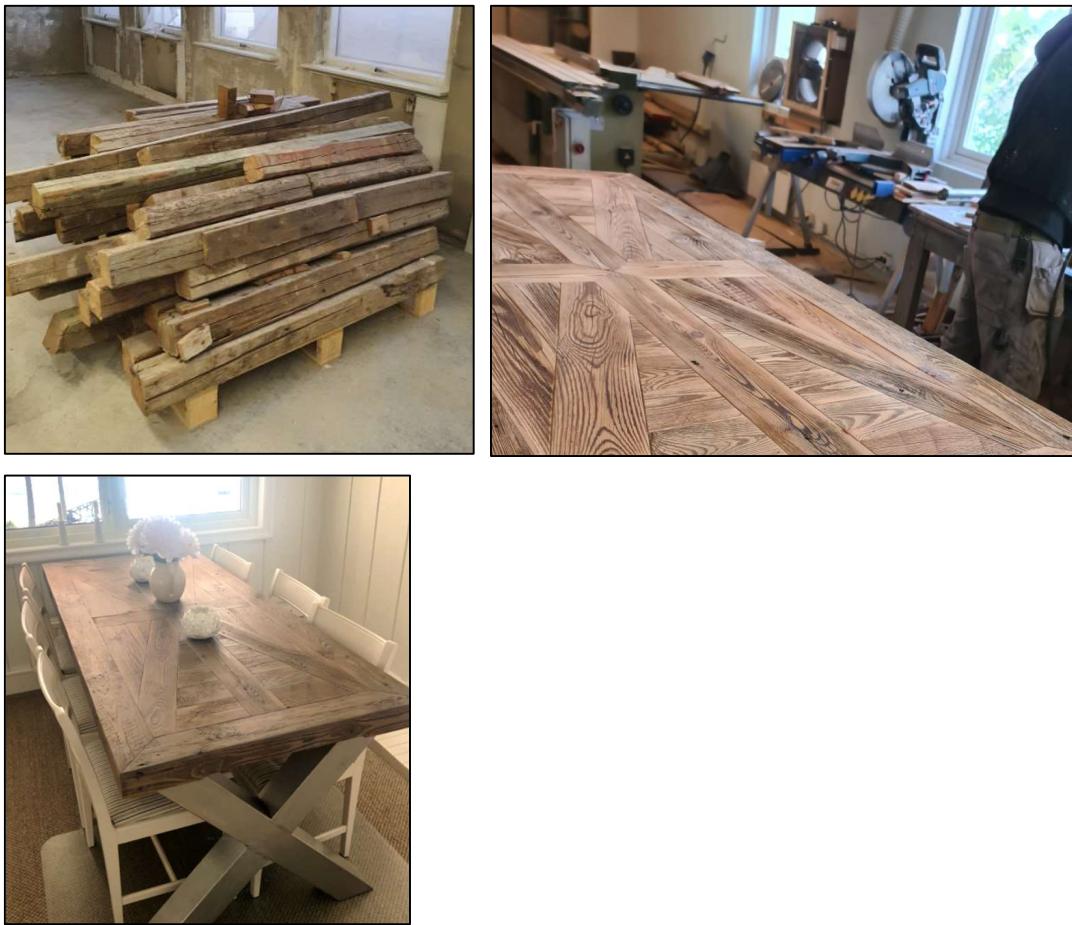
- Tilgang til brukt stål er en primær utfordring i dag. Det er krevede å finne de riktige dimensjonene. Ved oppskalering av brukmarkedet for stål vil dette kunne løses.
- Kommunikasjon med prosjekterende rundt tilgang til ulike profiler og fleksibilitet i prosjekteringen anses som avgjørende for prosjektets suksess.
- Ombruk krever forsiktig demontering og håndtering, noe som krever mer tid ved riving
- Testprosedyrene som er utviklet i prosjektet, med et begrenset antall destruktive tester, reduserer kostnader forbundet med testing vesentlig.
- Det finnes allerede en standard som kan brukes ved resertifisering av brukt stål: NS EN 1090-2. Dette gjelder de færreste byggevarer!
- Bolting av stålelementene framfor sveising kan kreve større høyde og dermed komme i konflikt med etasjehøyde og lysinnslipp

## 4.3 TREKONSTRUKSJONER

Bygningsdelsnummer: 222 Søyler + 223 Bjelker

Diverse opprinnelige bjelker i ca. 4x4  
tommers virke: Avhending til bedriften  
Drivved

I forbindelse med riving av oppbygging på tak i eksisterende del, ble det demontert en del opprinnelig konstruksjonsvirke. Det ble diskutert alternativer for intern bruk i prosjektet, f.eks. som kubbegolv, men disse ideene ble ikke videreført. En stabell med bjelker i ca. 4x4 tommers virke ble derfor gitt bort til bedriften Drivved, som lager interiørprodukter av gammelt treverk. De fleste av materialene ble til bordplaten i to spisebord, lagt i mønster, ettersom det var veldig få bjelker med gode lengder. Materialene ble kappet, pusset og stålbørstet. Til slutt ble bordene behandlet med matt hardvoks, og befinner seg nå hos fornøyde kunder i en hytte på Larkollen.



Overskudd etter riving: En stabel med konstruksjonsvirke ble til vakre bord. Foto: Drivved

## 4.4 BRANNVEGG I TEGL

Bygningsdelsnummer: 232

Totalt 30 000 teglstein ble hentet fra fire riveprosjekter i regi av Øst-Riv:

- **Strømsveien 185** (Byggeår: ukjent, men før 1955)
- **Bergensgata 41-43** (Byggeår: 1913, 1947 og 1981)
- **Tine Kalbakken, Bedriftsveien 7** (Byggeår: ukjent, men før 1955)
- **Darres gate 2** (Byggeår: 1930/1940-tallet)

Herav ble ca. 20 000 teglstein anvendt i KA13

### 4.4.1 Praktisk /teknisk gjennomføring

I vegg mot nabobygg (Juridisk fakultet), ble det besluttet å anskaffe brukte tegl i en løsning for brannvegg/steinforblending i akse A/6-8. Øst-Riv har anskaffet tegl fra ulike bygg som de har revet. Alt er transportert fra byggene som er revet til Øst-Riv sin lagerplass på Slemmestad, hvor rensing og klargjøring har funnet sted.

Mengden teglstein som ble stilt til disposisjon i prosjektet var opprinnelig estimert til 30.000 stein. Mengden ble redusert pga. at den totale vekten ble for høy for fundamentene. I tillegg til vekten av teglveggen, kom også

tilleggslaster fra de brukte hulldekkene. Det er derfor brukt Leca som brannvegg i tre etasjer. Resultatet er at det var ca. 10.000 Stein som ikke ble brukt.

#### 4.4.2 Kvalitetssikring og dokumentasjon

Knut Johannesen, murmester/rådgiver i *Et godt råd as* har bistått med å bestemme alderen og vurdert kvaliteten på teglen. Det er gammeldags og varierende format på steinen, og den er derfor fra før dagens Norsk Format (NF) kom som en standard. Man kan videre anta at all teglen er fra før 1955, ettersom det var benyttet kalkmørtel og dette svært sjeldent er benyttet i nyere bygg. Mathias Apelseth i Kluge Advokater har vurdert ombruk av teglen mtp. krav for lovlig omsetting. For tegl var det lite eller ingen krav til dokumentasjon før i tiden, og tegl fra før 1994 er ikke omfattet av kravet til CE-merke.

*Et Godt Råd* ble videre brukt for å utarbeide prosedyrer for KS i samarbeid med Øst-Riv, murmester Rolf Holm og Insenti. Prosedyrene inneholder blant annet testing hos Sintef. Teglen er testet for det som har vært ansett som vesentlige egenskaper, for å tilfredsstille de nødvendige ytelsene for bruken, og dermed TEK. Test-rapporten inneholder resultater knyttet til trykkfasthet, minuttsug og kommentar til brannmotstand, og utgjør del av FDV-dokumentasjonen. Test-resultatene er kontrollert av relevante rådgivere, som har bekreftet at de ivaretar krav i teknisk forskrift.

Testene inkluderer en rekke av de ytelsene som man i dag får i en ytelseserklæring for ny tegl, og ytelsene til teglen er nå sannsynligvis bedre dokumentert enn da den ble omsatt første gang.

Teglveggen er selvbærende og grenser mot oppvarmet areal. Problemstillinger rundt trykkfasthet, fuktbestandighet og isolasjonsevne er derfor mindre relevant enn for tegl i yttervegger eller vegg med større krav til konstruktive egenskaper.

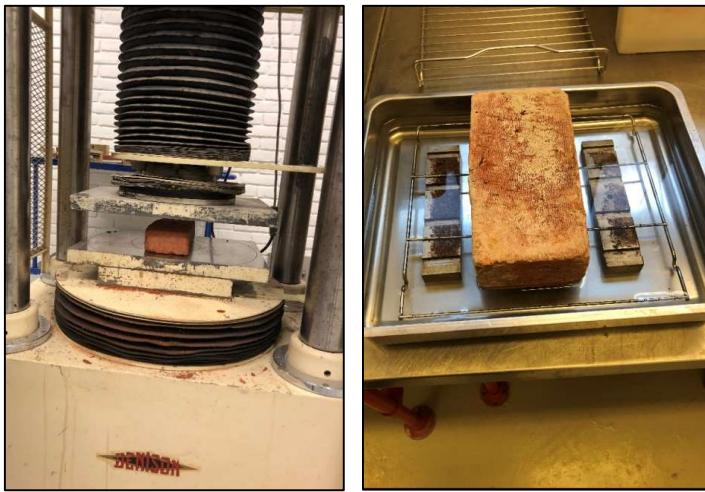
Det er foretatt miljøkartlegging i alle byggene teglen stammer fra. Normalt inneholder ikke tegl i seg selv farlige stoffer, men det kan forekomme i maling, avretting og puss. Teglsteinen som er benyttet er bekreftet fri for miljøgifter over angitte grenseverdier. Øst-Riv har ansvaret for leveransen, inkludert ansvar for utføring av testene.

#### 4.4.3 Bearbeiding/ reparasjoner

Hele teglstein er plukket ut fra hauger etter riving, og ristet i sikteverk for å få bort det groveste av mørtelen. Finrens er foretatt med hammer ifb. stabling på pall. Kalkmørtelen var porøs, og lett å fjerne. Det har videre vært utført KS i forbindelse med utførelse, for å kontrollere at det ikke er skader på enkeltstein. Steiner av formater som kunne være av nyere dato er sortert ut.



Tegl fra fire ulike bygg. Foto: Øst-Riv



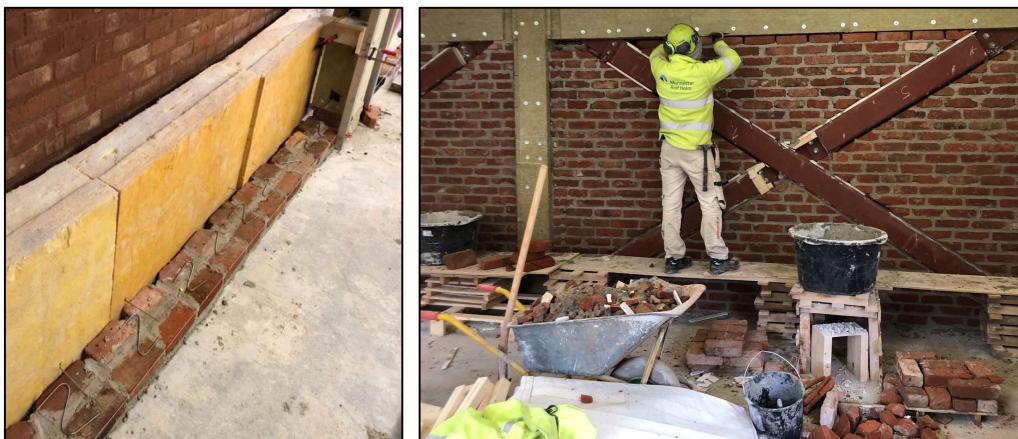
Testing hos Sintef i Oslo; hhv. trykkprøving og minuttsug. Foto: Sintef

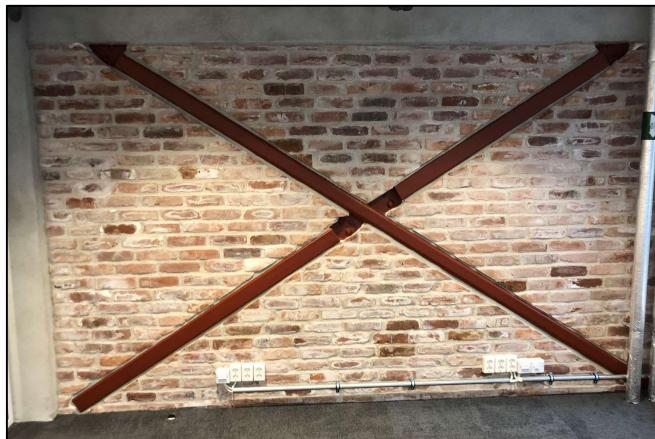
#### 4.4.4 Muring/ demonterbarhet

Det er anvendt brukte tegl i 4 etasjer (2-5 etg), til sammen ca. 135 m<sup>2</sup>. I 6-8 etg. er det brukt Leca, ellers hadde det blitt for tungt for fundamentene. (I tillegg til vekten av brannveggen, kom også tilleggslaster fra de brukte hulldekkene).

Det er murt med tegl mellom stålsøyler og diagonaler i 1-steins tykkelse, og veggen går i flukt med ytterside av stål. Det er foretatt brannbeskyttelse av eksponert stål, men ifølge RIBr var det ikke nødvendig å pusse teglmuren av branntekniske hensyn. På yttersiden mot nabobygg er veggen oppført med utvendig påhengt steinullplate.

Det er brukt en mørteltype basert på naturlig hydraulisk kalk: Mørtel-NHL 3,5 0-4 mm. Kalkmørtel er svakere og mer elastisk enn sementmørtel. Ved bruk av kalkmørtel ved oppmuring, vil teglsteinene være demonterbare. Det betyr at teglen kan brukes i neste runde også, dersom det skulle bli aktuelt å rive veggen.





Oppmuring og ferdig brannvegg. Foto: Rune Andersen

#### 4.4.5 Kostnader

Pris per stein var i utgangspunktet 9 kroner per stykk for stein sortert ut og stablet på pall etter riving og grovrensing. Dette var en intern Øst-Riv pris, som ikke gjenspeiler selve rivingen. Etter dette tilkom lagerleie, ytterligere rensing og KS-prosess ved murer og Sintef. Selve murerjobben kostet ikke mer for brukten enn for nytt tegl. Entreprisekostnad for ferdig murt vegg i 1 steins tykkelse ble ca. 7500 kr/ m<sup>2</sup>

Alternativet til ombruk er i dag;

1. Deponi. Levering av teglavfall til deponi representerer kostnader både forbundet med transport og levering.
2. Bruk som fyllmasse. Det koster penger å bearbeide massene til fyllmasse, men man sparer transport dersom man kan bruke massene på plassen eller kan transportere kortere. Det avhenger av logistikk i prosjektet mm. hvordan dette slår ut.
3. Knusing og gjenvinning til f.eks. sedumtak. Gjenvinning til sedumtak er et lovende pilotprosjekt som Øst-Riv og Norsk Gjenvinning jobber med. Målet er at det skal kunne konkurrere med deponi, men ta teglavfallet et steg opp i avfallshierarkiet.

Oppskalering av markedet for rensing og salg av brukte tegl vil kreve investeringer i produksjonsutstyr. Det er usikkert hva pris for brukte tegl vil kunne bli med mer industrielle prosesser.

#### 4.4.6 Miljøvurderinger

Vi har gjort et kjapt overslag av klimagassreduksjon ved ombruk av tegl, basert på tall fra GamleMursten i Danmark. GamleMursten har beregnet at hver ombrukt teglstein sparer miljøet for 0,5 kg CO<sub>2</sub>. I KA13 er det ombrukt ca. 20 000 teglstein. Dette tilsvarer da en klimagassbesparelse på ca. 10 tonn.

#### Læringspunkter, ombruk av tegl

- Prosedyrer for KS og dokumentasjon ved ombruk av konstruktive elementer bør utarbeides i tett samarbeid med aktuelle eksterne materialeksperter og bransjeforeninger i tillegg til både prosjekterende, utførende og leverandører i prosjektet
- Dokumentasjon av nøyaktig årstall for produksjon og hvor steinen kommer fra (produsent) har vært utfordrende, men pga. formater har det vært liten tvil om at steinen opphav stammer fra årstall før regler for omsetting ble innført.
- CE-merking av tegl er ikke gjort i Norge, men GamleMursten i Danmark har etablert prosedyrer for dette.

## **4.5 ALTERNATIV BRANNVEGG I KOMPAKTVEGG-ELEMENTER (VURDERING I FORPROSJEKT)**

*Bygningsdelsnummer:* 232

Det ble tidligere i prosjektet vurdert å bruke betongelementer i en brannvegg mot nabobygg. Denne var tenkt bygget opp med kompaktvegg-elementer, som kunne vært anskaffet brukt. Løsningen ble senere erstattet med stål og tegl, og dermed ble ikke ombruk av kompaktvegg-elementer fulgt opp videre. Som del av mulighetsstudien, ble det imidlertid gjort en vurdering av kostnader og miljøeffekter ved ombruk av slike elementer.

Estimert pris for brukte kompaktvegger er ca. 150 % av ny pris. Kostnadene for ombruk av kompaktvegg vil være høyere sammenlignet med ny kompaktvegg på grunn av følgende faktorer:

- Behov for forsiktig demontering
- Saging av modularer for tilpasset ny veggelengde og etasjehøyde
- Montasje: Behov for innboring og fastgysing av armeringsjern, samt utstøping mellom elementene for å få en monolittisk konstruksjon
- KS-prosedyre: Behov oversikt over armeringen i de ombrukte elementene for å sjekke kontinuerlig strekkforbindelser i veggskiven

I ettertid har RIB kommentert at problemet med kompaktvegger uten ståldiagonaler medførte uforholdsmessig store kostnader ifm. sammenbindingen av elementer med gysing mellom elementene.

Miljøvurderingen viste at man ville kunne oppnå ca. 80 % besparelse ved ombruk av kompaktvegger, sammenlignet med ny kompaktvegg. Ombruk ville gitt ca. 25 % økning i materialbruk, behov for innboring og fastgysing av armeringsjern, samt utstøping mellom elementene for å få en monolittisk konstruksjon. I tillegg måtte de ombrukte veggene kappes for å tilpasses etasjehøyden i KA13.

## **4.6 HULLDEKKER**

*Bygningsdelsnummer:* 251

21 stk. hulldekker (type HD265), anskaffet fra  
Regjeringskvartalet R4 (Statsbygg/ Veidekke)

Hulldekkene var ferdig kappet ca. 6,5 meter lange og 1,20 m bredde. De er anvendt i etasjeskiller på de tre øverste etasjene (dekke over 5.-7. etasje) i tilbygget. Dette tilsvarer et areal på ca. 160 m<sup>2</sup>

### **4.6.1 Praktisk /teknisk gjennomføring**

I forbindelse med riving av bygg i Regjeringskvartalet (R4 og Møllergata 17), inviterte Statsbygg i samarbeid med Veidekke og Resirqe til dialogmøte 12. mars 2019. Hensikten var å etablere kontakt med mottakere i markedet for bygningsdeler og rivemasser fra R4 og M17. Som resultat av dette møtet, ble det etablert prosesser for avhending av blant annet hulldekkelementer fra rivingen. Pris og fremdrift ble etter hvert diskutert direkte med Veidekke. I tillegg til KA13, var også flere andre aktører interesserte i å overta hulldekker fra riveprosjektet i Regjeringskvartalet.

Det er ikke vanlig å heise ut hulldekker på en slik måte at de beholdes hele i riveprosess. Som regel skal de uansett knuses og armeringsjernet separeres fra betongen. Øst-Riv hadde imidlertid erfaring med uthesing av hele hulldekker fra ombygging av «The Hub», pga. en svært trang byggeplass der. Sammen med RIB har Øst-Riv beskrevet en trygg prosess for hvordan hele hulldekker kan heises ut.

I R4 var spennvidden på hulldekkenes ca. 11 m, og de lå opplagt på prefabrikerte LB-bjelker langs byggets yttervegger. Høyde på dekkene var 265 mm, og de hadde i tillegg en påstøp på 8 cm. Det ble valgt å ikke fjerne denne påstøpen, da den satt godt fast til underlaget og fjerning ble vurdert å være en for omfattende jobb. Det

ble besluttet å anvende brukte elementer i kun tre etasjer. Ekstra vekt fra påstøpen medførte at pelene ikke hadde kapasitet til mer last, og i tillegg var de brukte elementene svært kostbare i forhold til nye hulldekkere. Påstøpen medførte dessuten reduserte etasjehøyder ift. opprinnelig plan.

Miljøsaneringsrapporten for R4 dokumenterer at hulldekkene ikke inneholder noen miljøgifter.

#### **4.6.2 Kvalitetssikring og dokumentasjon**

Kvalitetskontroll og dokumentasjon av bærende konstruksjoner i stål og betong var tema i en serie arbeidsmøter i regi av FutureBuilt. Det ble utarbeidet prosesser for betongelementer med hjelp fra blant annet Kontrollrådet for betong og Sintef. En egen erfarringsrapport fra disse arbeidsmøtene ble laget til FutureBuilt 20.02.2020. Sintef har beskrevet KS-prosessen som er fulgt, og laget et flytskjema for denne.

Det ble videre avholdt møter med Veidekke for å planlegge testing og dokumentasjon, og for å vurdere hvordan vi praktisk skulle gjennomføre demontering og overlevering av hulldekkene. Det har også vært avholdt møter med Skanska, ettersom Skanska parallelt også har hatt en prosess for å undersøke muligheter for ombruk av hulldekkere. Opprinnelig dokumentasjon fra R4 ble forsøkt framskaffet, men riktig dokumentasjon var ikke å oppdrive. Hulldekkenelementene ble først synfart visuelt ved RIB og prosjektleader. Et dekkelement ble så slisset, slik at man kunne måle dekketykkelsen og tverrsnittet til spenntau (spennarmering), registrere antall spenntau og måle overdekninger.

Det ble videre tatt boreprøver som ble sendt til lab hos Sintef i Oslo. Sintef analyserte prøvene mtp. karbonatisering og kloridinnhold. RIB fikk oversendt analysesvarene fra Sintef, og bekreftet god nok betongkvalitet. På grunnlag av dette ble det gjort beregninger som viste at dekkene hadde tilstrekkelig kapasitet.

Behovet for CE-merking ble diskutert i arbeidsmøtene i regi av FutureBuilt. Konklusjonen var at ettersom det ikke finnes en harmonisert standard for ombruk av byggevarer, kan det heller ikke være krav til CE og DoP.

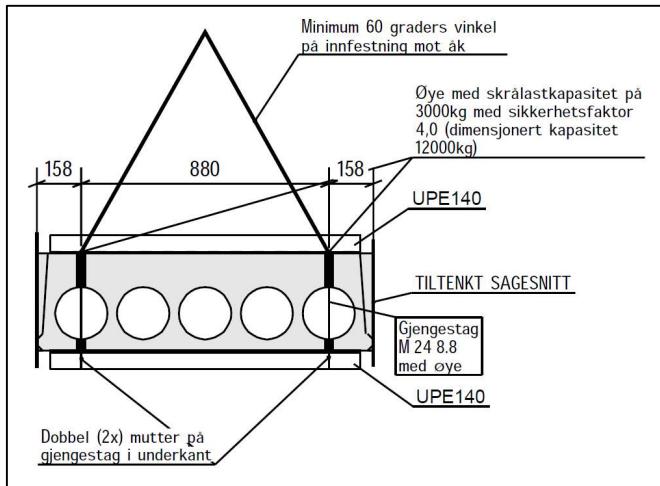
Beregninger fra RIB viste at kapasiteten var mer enn oppfylt for å kunne dokumentere egenskaper som møter krav iht. TEK.

I kontrakt med Veidekke er det presisert at Entra påtar seg risikoen for direkte kostnader ved gjennomføringen av eventuelle pålegg fra Direktoratet for byggekvalitet vedrørende plan- og bygningsrettslige dokumentasjonskrav til produktene. Tilsvarende avtale ble også laget ifb. overtakelse av byggevarer fra andre byggeiere.

#### **4.6.3 Utheising, transport og montering**

Veidekke kappet hulldekkene på innsiden av oppleggsbjelkene, demonterte og heiste ut elementene fra R4. Fugestøpen mellom elementene måtte skjæres opp for å løsne hvert element. Bukker avlastet elementene under saging. Egne løfteåk ble produsert til uteheising, da man ikke fikk brukt vanlig klype pga. påstøp /ekstra høyde. Det ble boret hull for plassering av øyebolter, festet til stålprofil (UPE) under.

Utheisingen foregikk raskt og uten problemer. Øst-Riv sto for transport via lager på Follostad for klargjøring (rensk av fugestøp og kapping til riktig lengde) og videre transport til byggeplassen for montering. Hulldekkene har tradisjonell innfesting. De ligger på hatteprofiler mot fasade, og på H-bjelker mot andre sider. Det er fugestøp mellom elementene.



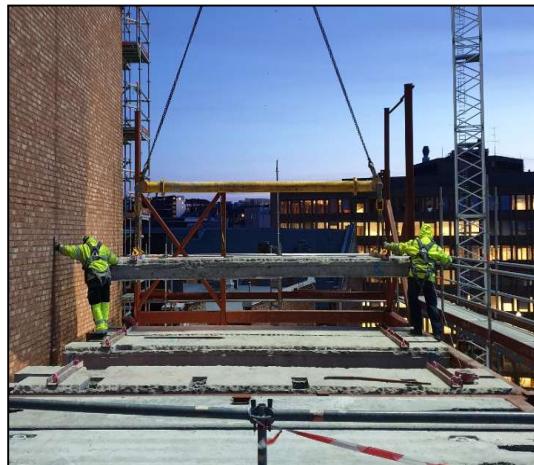
Løfteåk for hulldekkeelementer. Arbeidstegning, Rambøll.



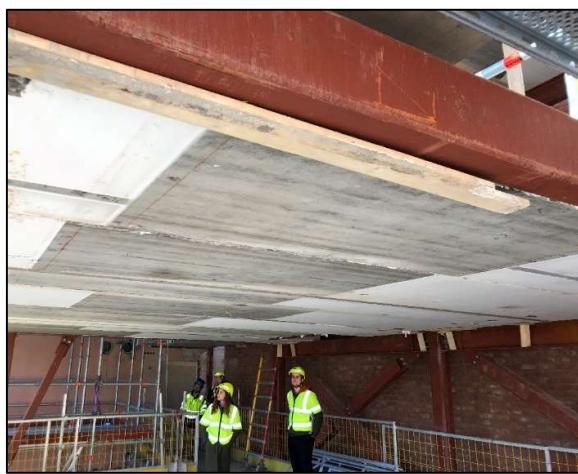
Utheising av hulldekke fra R4. [Video-snip fra NRK](#)



Hulldekker i R4, Regeringskvartalet. Foto: Anne S Nordby



Heising av hulldekkeelementer på plass. Foto: Mattias Johnsson



Underside ferdig dekke, brukte elementer. Foto: Rune Andersen

#### 4.6.4 Kostnader

Kostnadene for de brukte hulldekkene er oppstått i ulike faser i anskaffelsen. Det er knyttet store usikkerheter til tallene, ettersom dette er et pilotprosjekt og mange operasjoner krevde mye planlegging før utførelse. Ekstra tid til RIB-prosjektering og prosjektleddelse har også vært høy. Dette medførte store generelle kostnader som skal fordeles på et relativt sett lite antall elementer.

Kostnadene i anskaffelsen besto av følgende poster:

1. Demontering ved Veidekke (iht. utarbeidet prosedyre inkludert ekstra rigg og drift, kontroll av bygg, avstivinger, stemplinger, boring, saging og heising)
2. Testing ved Sintef
3. Transport, kapping, bearbeiding,rensing, klargjøring og montering ved Øst-Riv.
4. Ekstra prosjektering (RIB) og administrasjon (Insentii)

Prisen for anskaffelsen av hulldekker i dette prosjektet (punkt 1-3) er estimert til å være ca. 5-6 ganger ny pris for hulldekker. I tillegg kommer ekstra prosjektering og administrasjon. Dersom ombruk i fremtiden blir mer industrialisert, vil det sannsynligvis gi et betydelig positivt utslag for kostnader ved ombruk.

#### 4.6.5 Miljøvurderinger

I studentoppgaven fra NTNU er det beregnet en total utslippsbesparelse på 89 % ved ombruk, sammenlignet med kjøp av nye hulldekker i prosjektet. (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

	Miljøbelastning, nye elementer (A1-A4) *	Miljøbelastning, brukte elementer (A1-A4) *	▼ Miljø- besparelser for ombruk
Hulldekker	124,9 kg CO <sub>2</sub> -e/ t	13,9 kg CO <sub>2</sub> -e/ t	<b>89 % besparelse</b>

\* A1-A4 angir de første fire fasene i en livsløpsvurdering, der A1-A3 er Produksjonsfasen, og inkluderer råmaterialer, transport og tilvirkning. A4 er i Konstruksjons- og installasjonsfasen og inkluderer transport.

Resultatene viser miljøbelastning i form av klimagassutslipp (CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) per tonn for nye og brukte hulldekker. Det er totalt ca. 96 tonn brukte hulldekkene i prosjektet, og ombruk av disse gir prosjektet en besparelse på totalt ca. 10,9 tonn CO<sub>2</sub>-e.

Det er transport som gir det største bidrag til klimagassregnskapet ved ombruk av hulldekkene, og står for opp mot 90% av utsippene. Ettersom hulldekkene er tunge, gir dette en høy utslippsintensitet i transport. Det skal likevel mye til for at ombruk av hulldekkene ikke lønner seg miljømessig. Faktisk kan de fraktes hele 890 km før utsippene er tilsvarende som det nye alternativet, med forutsetningene i denne analysen. Demontering og bearbeiding medfører minimalt med utslipp. (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

#### Læringspunkter, ombruk av hulldekker

- Demontering krever nøyne planlegging for å kunne opprettholde stabiliteten i «donorbygget» under demontering, og for å sørge for sikker frigjøring og nedheising av elementene.
- Det må avsettes plass for mellomlagring for å kunne bearbeide og klargjøre hulldekkene for montering.
- Prosedyrer for KS og dokumentasjon ved ombruk av konstruktive elementer må utarbeides i tett samarbeid med prosjekterende, utførende og leverandører i prosjektet, i tillegg til aktuelle eksterne materialeksperter og bransjeforeninger.

#### 4.7 INTERN TRAPP FRA 8 TIL 9 ETG.

Ståltrapp mellom 8. og 9. etg. er anskaffet fra St. Olavsplass 5 (Entra), og bearbeidet hos Stokke Stål.

Det var behov for en ny trapp fra 8. etg. til takterrassen i 9. etg. To ståltrapper med ulike bredder ble funnet i St. Olavsplass 5 (Entra), og vurdert. Den ene av disse passet godt i bredden, men var litt for kort. Stokke stål demonterte og fraktet trappen til Stokke for rensing, omgjøring, sandblåsing og lakking. For å passe i aktuell situasjon i KA13 er trappen skjøtt med fire trinn i toppen. Trappen ble lakkert i ny farge, og det ble laget nytt rekkverk.

Prosjektet viser at det er fullt mulig med ombruk av ståltrapper, men i dette tilfellet krevdes mer modifisering enn først antatt. Når det gjelder kostnader, ble det derfor en relativt dyr løsning.



1-2: Trapp før og under demontering i St. Olavsplass 5. Foto: Rune Andersen

3: Ombrukt trapp, bearbeidet og montert i KA13. Foto: Kyrre Sundal

## 5 Rør og Ventilasjon

### 5.1 RÅDGIVENDE OG UTFØRENDE VVS; ERFARINGER

#### *Norconsult ved Christoffer Siopan Engtrø, Oslo Akershus Rørleggerbedrift (OAR) ved Anders Sand og Energima ved Lasse Nikolaisen*

KA13 har vært et spennende prosjekt å jobbe med, men vi har også stått ovenfor en del utfordringer. Vi visste ikke før start hva som var tilgjengelig av utstyr, hvilken kvalitet det hadde og hva som evt. var nødvendig av prosessering før transport til byggeplass. Og hvor mye ekstra arbeid ville ombruk egentlig medføre?

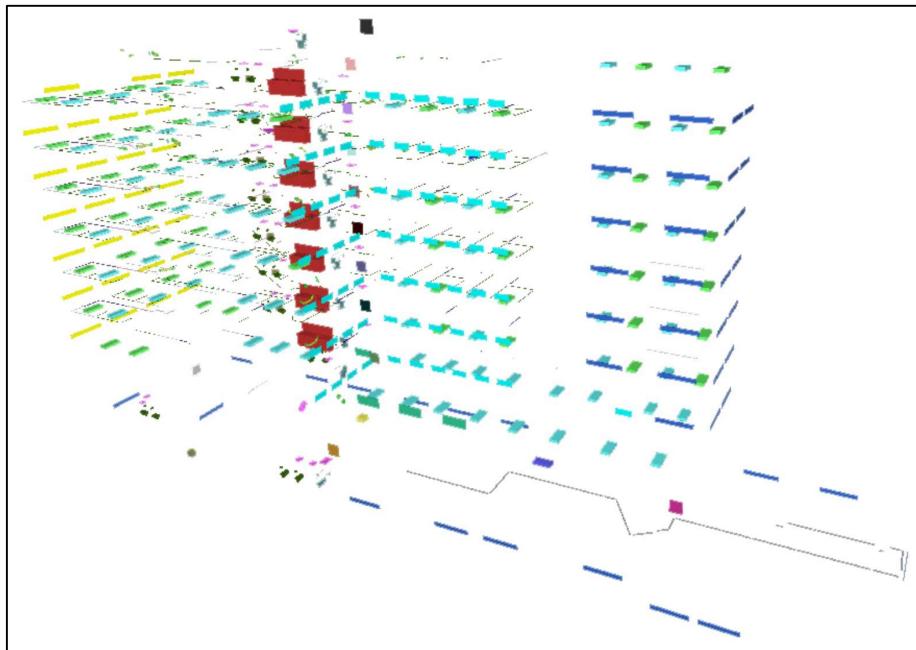
Det har vært utfordrende å motiverere egne håndverkere til å jobbe med gamle rør. Arbeidstempoet gikk ned da man ikke hadde kontroll på delene, måtte håndtere utsyr med ukurante størrelser og lengder og det ble mye ekstra skjøting. Rørene måtte rengjøres, det var f.eks. gamle gjenger med hamp. Tilsvarende var mange ventilasjonskanaler skitne og bulkete, og motivasjonen for ombruk var lav. Resultatet ble lite brukte kanaler. Dersom utførende hadde vært tidligere på banen ift. å skaffe brukte elementer, kunne man f.eks. tatt med lange sjaktstrekk fra andre prosjekter. Dette kan evt. initieres i fremtidige prosjekter.

En del av problemene kan føres tilbake til at demontering, transport og lagring ikke har vært godt nok ivaretatt. Ideelt sett bør fagfolk demontere utstyr, ikke vanlig riveentrepreneur som ikke er vant til å ta hensyn til å bevare produktenes kvaliteter. F.eks. ble rør kappet i mindre biter for å passe i heis under transport, og dette tar selvfølgelig mye tid å skjøte igjen etterpå. OAR håndterte rør med lengder 70–220 cm, mens standard lengder er 3 m, 5 m og 6 m.

(6 m kappes ofte i to). Selv om det er mer kostbart å bruke entreprenører til demontering, så vil dette totalt sett være en bedre løsning. Det er ikke noe poeng å skyve kostnadene fra demontering til monteringsfase.

Det var store ulikheter når det gjelder type utstyr. F.eks. har ombruk av kjølebafler og radiatorer fungert bra. Dette er kostbare komponenter som det er motiverende å jobbe med. Kjølebaflene er av samme type som man bruker hele tiden, og både prosjektering og montering har vært rett fram. Radiatorene er noen steder plassert skjevt ift. vinduer. Ved ombruk må man tilpasse bygget til produktet istedenfor omvendt, og det er sånn man må tenke når ombruk etter hvert blir mer vanlig i flere prosjekter.

Logistikken har vært en utfordring ved at det har blitt mange runder med informasjon om produktene, og at man har måttet reise og hente varer i ny og ne. Det har vært vanskelig å ha oversikt over hva som er hvor. Ved bruk av nytt utstyr kjøres dette normalt ut daglig i Oslo fra grossist/leverandør. Det har vært et savn å kunne ha en database over tilgjengelige brukte produkter, og en lagerplass for mellomlagring. I forbindelse med en database kunne man ha et nummersystem over hva slags type produkter som er tilgjengelig og med direkte tag til FDV.



*Omrukte elementer i KA13: Rør og ventilasjon. Bilde fra IFC filen. Illustrasjon: Mad arkitekter*

## 5.2 SANITÆRUTSTYR

*Bygningsdelsnummer: 315*

	Antall	Anskaffet fra
Servantbatterier	15 stk.	Lambertseter sykehjem Universitetsgata 2
Servantbatteri HC-vask	7 stk.	Tøyenbadet
Kjøkkenarmaturer	8 stk.	Lambertseter sykehjem DEG 8
Servanter	34 stk.	Universitetsgata 2
Servant HC	8 stk.	Tøyenbadet
Toalett	14 stk.	Refstad skole Universitetsgata 2 Tøyenbadet
HC-toalett	10 stk.	Universitetsgata 2 Tordenskiolds gate 12 Tøyenbadet DEG 8 Refstad skole
Armstøtter HC-toalett	9 stk.	Refstad skole Tordenskiolds gate 12 Universitetsgata 2 Tøyenbadet
Utslagsvasker	8 stk.	Refstad skole Resirqel
Batteri til utslagsvask	3 stk.	Tordenskiolds gate 12

### 5.2.1 Praktisk /teknisk gjennomføring

Anskaffelse av brukt sanitærutstyr til KA13 inkluderte toaletter, servanter, servantbatterier, kjøkkenarmaturer og utslagsvasker. Det ble søkt etter utsyr i Entras egne bygg og ved befaringer i andre bygg.

Det ble funnet en del utstyr før rørføringen var bestemt og før interiørarkitekt hadde gjort sine vurderinger. Dette førte til at noe utstyr måtte avvises. Dette gjaldt blant annet toaletter med P-lås, ettersom det allerede var klargjort for toaletter med S-lås på byggeplassen. Enkelte elementer, f.eks. armaturer til dusj, og noen servanter og utslagsvasker er innkjøpt nytt.

Bruk sanitærutstyr har generelt vært lite komplisert ift. prosjektering. Interiørarkitekt har vært forespurt ang type servanter og plassering av disse.

Kvalitetssikring ble foretatt av RIV og utførende (OAR). Utstyret har blitt rengjort og spylt. Mye av utstyret er Entras eiendom. Utførende (OAR) har vært ansvarlig for vurdering og har godkjent den tekniske kvaliteten. Mye av utstyret er som nytt og har opprinnelig dokumentasjon. Fokus har vært på teknisk kvalitet. Toalettene har ikke hatt de vannsparende kvalitetene (spylemengde) som vi normalt ville etterspurt ved innkjøp av nytt.

Sanitærutstyret er fra mange ulike bygg og det har vært utfordrende å finne lagerplasser underveis. Noe av utstyret ble flyttet på flere ganger uten at det var pakket inn, og enkelte elementer har ikke fått pen behandling.

Sanitærutstyr er installert på vanlig måte og er generelt demonterbart.



Sanitærutstyr i opprinnelig bygg, under lagring og montert i KA13. Foto: Anne S Nordby

### 5.2.2 Kostnader

Etter demontering, lager/ flytting, spyling, ekstra prosjektering og telling, ble det ikke noen økonomisk gevinst ved ombruk av sanitærutstyr i prosjektet. Imidlertid, hvis rørleggere hadde demontert utstyret og vurdert hva som

var verdt å ta vare på fra start, kunne vi sikret riktig kvalitet og unngått overraskelser med feil utstyr. Det hadde også vært en fordel og hatt ett lager med utsyr. Med bedre logistikk, kunne man oppnådd økonomiske besparelser.

### **Læringspunkter, ombruk av sanitærutstyr**

- Utførende må holde kontroll på antall og type under demontering, transport, lagring og utplassering. Dette kan være krevende!
- Det bør være rørleggere som demonterer, da har man bedre sjanse for riktig kvalitet og god logistikk.
- Lagring må planlegges. Beskyttelse av elementene under transport og lagring må ivaretas, slik at det ikke oppstår skader.
- Sanitærutstyr har høyere utskiftingstakt enn forventet og bærer preg av å være «lavstatus-objekter». Hvorfor ombrukes ikke dette utstyret på plassen ved rehabiliteringer?

## **5.3 RADIATORER**

*Bygningsdelsnummer: 325*

	<b>KA13 (Entra)</b>	<b>U2 (Entra)</b>	<b>Refstad skole (UBF)</b>
Radiatorer fra opprinnelsesår	98 stk.		
Radiatorer Lyngson type Ludvig		45 stk.	7 stk.

### **5.3.1 Praktisk / teknisk gjennomføring**

Opprinnelige radiatorer i KA13 er ombrukt og det ble søkt etter brukt utsyr til komplettering i kjeller og i tilbygget. Radiatorer som kunne fungere ble funnet i Entras bygg, Universitetsgata 2 (U2). Radiatorene fra U2 hadde et langt format, og noen steder i bygget hadde vi behov for å supplere med radiatorer med kortere formater. Det lykkes vi med å finne på Refstad skole. Det var behov for ulike størrelser for at det skulle gå opp med rominndeling, vinduer og kapasiteter.

Ved ombruk av de gamle radiatorene i KA13 ble det gjort en vurdering av kapasitet; ville disse gi nok effekt, og ville effekten være den samme etter et ekstra strøk maling? En utfordring er at man får mindre effekt når man erstattet olje (80 grader) med fjernvarme (60 grader). Dette er det imidlertid tatt høyde for i energiberegningene. Ved lavere oppvarmingsbehov pga. utskifting av vinduer i det eksisterende bygget, jevner dette seg ut – i hvert fall et stykke på vei.

Da det ble avklart at radiatorene ville kunne gi nødvendig kapasitet var det behov for å kvalitetssikre om radiatorene var påvirket av slitasje/rust og om godset kunne være for svakt.

Alle radiatorer ble fraktet til et lagerlokale i Posthuset med tilgang til vann og sluk for testing og bearbeiding. Radiatorene fra U2 ble mellomlagret i kjelleren på U2-prosjektet før de ble fraktet til Posthuset.

Kvalitetssikring av de eksisterende radiatorene fra KA13 ble foretatt med trykktesting. Videre ble disse bearbeidet utvendig ved fryseblåsing på verksted og deretter lakkert, og ventiler ble skiftet. De nyere radiatorene fra U2 og Refstad ble bare spylt gjennom før noen ble lakkert, og resterende beholdt sin originale farge. Noen av radiatorene ble ikke godt nok emballert og ivaretatt etter overflatebehandling, og fikk noen skader. Disse måtte utbedres på stedet.

Ved ombruk av radiatorer fra KA13 og U2 var det ikke snakk om omsetning, og radiatorene fra Refstad er av tilsvarende type som finnes på markedet i dag. Utførende (OAR) er ansvarlig for vurdering og har godkjent bruken, og leverer FDV-dokumentasjon.

Radiatorene er installert på vanlig måte, og de er generelt demonterbare.



Original radiator i KA13. Foto: Anne S Nordby



Lagring før spyling og trykktesting. Foto: Anders Sand



Ferdig montert etter bearbeiding. Foto: Randi Lunke

### 5.3.2 Kostnader

Nye radiatorer kan være relativt dyre, så med god logistikk kan det lønne seg med ombruk.

#### **Læringspunkter, ombruk av radiatorer**

- Radiatorer er enkle å demontere og ved korrekt lagring og behandling er ombruk greit å lykkes med.
- Emballering og beskyttelse av elementene under transport og lagring må ivaretas, slik at det ikke oppstår skader.
- Mange var positivt overrasket over hvor bra radiatorene så ut til slutt. Noen trodde vi ikke hadde fått til noe ombruk, fordi de så nye ut!

## 5.4 BRANNSLANGESKAP

Bygningsdelsnummer: 331

12 stk. brannslangeskap med trommel  
anskaffet fra Dronning Eufemias gate 8  
(Braathen Eiendom)

Etter befaring i Dronning Eufemiasgate 8 (DEG8) ble det blant annet funnet brannslangeskap som ble utpekt som aktuelle for ombruk i KA13. Haandverkerne demonterte elementene, og dette fungerte greit.

Ved kvalitetssikring ble det sjekket kvalitet på slangen; at det ikke var sprekker osv. En problemstilling er at det i vann som står i rør over tid kan gro legionella. Dette ble ikke sjekket spesielt, men er noe som man bør ta en kontroll av. Generelt skal brannslanger testes årlig. Hvis det kan dokumenteres at de har vært testa siste året så bør de kunne ombrukes i et annet bygg også. Levetiden kan være lang. Det finnes eldgamle brannslanger som fungerer greit.

Det var i utgangspunktet prosjektert innfelte brannslangeskap, men skapene fra DEG8 var utenpåliggende. Dette ble løst gjennom at Haandverkerne bygget en kasse for å felle skapene inn i. Skapdøra stikker da noe ut fra veggen. Løsningen er ikke ideell, men ble akseptert.

Brannslangeskapene ble lagret hos Resirqel på Vollebekk, før videre frakt og montering i KA13. Det er ikke gjort noe spesielt med skapene. Slange fulgte med i alle skapene. Noen av stengeventilene ble byttet. Hele anlegget er trykktestet etter montering, og godkjent til bruk.

RIV og Utførende (OAR) vurderte kvaliteten og har godkjent bruken. Skapene er montert på vanlig måte, og er demonterbare, som følge.



Bruk brannslangeskap fra DEG8 montert i KA13. Foto: Anne S Nordby

### Læringspunkter, ombruk av brannslangeskap

- Brannslangeskap er kurante elementer å ombruke.

## 5.5 METALLRØR

Bygningsdelsnummer: 332

### 5.5.1 Varmerør

På Refstad skole fantes store mengder metallrør av god kvalitet, og disse kunne tekniske sett fint vært ombrukt i KA13 – både som varmerør og som sprinkelrør. OAR deltok på befaring på skolen, og kartla omfanget.

Varmerør leveres normalt ikke med dokumentasjon på produsent, kun dokumentasjon på standarden rørene er testet etter. I FDV-systemet gikk det fram at rørene var produsert iht. Norsk Standard: gjengede stålører iht. NS 5587 og sveisede rør iht. NS 582. I januar 2011 kom det imidlertid en ny standard; EN 10255, som skal følges for gjengende stålører. Sveisede stålører skal dokumenteres etter NS-ISO 4200. Det ble avklart med Entras jurister (Kluge advokater) at vi ikke hadde tilstrekkelig dokumentasjon for omsetning av rørene, ettersom disse standardene ikke var fulgt.

### 5.5.2 Sprinklerrør

	Mengde fra U2 (Entra)
Sprinklerrør	ca. 200 meter, anslått fordeling som følger:
DN25	ca. 150 m
DN32	ca. 30 m
DN40	ca. 20 m

Ved rehabilitering i Universitetsgata 2 (Entra) ble det demontert sprinklerrør, og det ble tidlig avklart at disse kunne egne seg for om bruk i KA13. Øst-Riv demonterte rørene i U2, og de ble fraktet til lager på Follestad.

Fra Follestad ble rørene senere fraktet til kjelleren i Posthuset (Biskop Gunnerus gate 14) for kvalitetssikring der. En del rør måtte imidlertid kastes pga. rust. De var lagret under en presenning på Follestad, og dette innbyr til rust. Rørene ble videre mellomlagret i Posthuset fram til bruk i KA13. Kvalitetssikringen besto av trykktesting og spyling.

Det var en del korte lengder, noe som førte til mye skjøting. Erfaring tilsier at man burde sortert ut rør i dårlig stand fra start, og at man i større grad burde konsentrert seg om større lengder slik at det ikke ble så mye skjøting.

Ift. dokumentasjonskrav iht. DOK er om bruk her greit, ettersom rørene er Entras eiendom og det ikke er snakk om omsetning. Totalt sett ble imidlertid resultatet for om bruk av rør paradoksalt; På grunn av manglende dokumentasjon ved omsetning, endte man med å ombruke rør fra U2 framfor rør av høyere kvalitet fra Refstad.



Brukte sprinkelrør, demontert fra U2. Foto: Christoffer Siopan Engtrø



Lagring på Follestad. Foto: Anders Sand



Brukte sprinkelrør, ferdig montert. Foto: Anne S Nordby

### Læringspunkter

- For å få til ombruk av rør, bør ønske om dette avklares på et tidlig tidspunkt, slik at også utførende kan bidra til å skaffe en oversikt over mulighetene.
- I produksjonsfase har man ikke tid til å lete etter dokumentasjon!
- På grunn av manglende dokumentasjon ved omsetning, endte man med å ombruke rør fra U2 framfor rør av høyere kvalitet fra Refstad.

## 5.6 LUFTFORDELING

Bygningsdelsnummer: 364 + 362

	<b>KA13</b>
Sirkulære ventilasjonskanaler	ø125 – ca. 6,5 meter ø160 – ca. 3,5 meter ø200 – ca. 2 meter ø250 – ca. 0,5 meter
Lyddempere	2 stk.

Det ble demontert diverse ventilasjonsutstyr under riving i KA13, som etterpå ble lagret i byggets andre etasje. Etter en gjennomgang med Energima, ble utstyret grovsortert i grupper med følgende håndtering;

- Alle rette, sirkulære kanaler sorteres ut og kuttes til "hele ombrukbare lengder". Antall og lengde registreres. Kapp kastes i metallavfall.
- Alle bend uten skader tas vare på. Bend med skader som ikke er ansett som mulig å ombruke kastes i metallavfall.
- Firkantkanaler får vi ikke bruk for. Er ikke ansett å ha verdi for andre prosjekter. Kastes direkte i metallavfall.

- Øvrig utstyr sorteres. Utstyr som har, bulker etc. skiller fra det som er "helt og pent" (dvs. ikke noe av dette kastes umiddelbart).



Brukte, runde ventilasjonskanaler og kanalbend - demontert og grovsortert i KA13. Foto: Anne S Nordby

For å oppnå regningssvarende ombruk av kanaler, bør disse være på minst 2-3 meter lengde. Dette fordi kanaler er rimelige i innkjøp, men koster mye å skjøte – særlig ettersom det er ulike årganger og produsenter. Utførende tok befaringer til U2 og St Olavs plass, men det ble nesten ikke funnet kanaler i hele rette lengder så ombruk av dette ble vurdert som ikke hensiktsmessig. Det ble også sett etter ventilasjonsventiler, men man fant bare feil typer, og i tillegg var det stygge merker osv.

Ettersom det måtte forventes ulike overflate/utseende på ombrukte kanaler og nye kanaler, ble det gjort en test med å ta med noen av delene når vi monterte prøverom. Rør og bend som var malt, ble beholdt malt - og montert sammen med nye, umalte produkter. Resultatet ble diskutert med leietaker, og vurdert som ok.

Det endte med at de fleste gamle kanalene fra KA 13 ble kastet, blant annet en del firkantkanaler der man heller ikke så potensial for ombruk i andre prosjekter. Det var også lite hele lengder av runde kanaler, og noen hadde skader.

Noen bend + noen få rette lengder fra KA13 ble ombrukt. Brukte kanaler og bend ble rengjort med trykkluft og børste, og etterpå forseglet med plastlokk slik at kanalene kunne monteres på samme måte som en ny kanal. Ombrukte kanaler er konsentrert i én etasje.

### 5.6.1 Kostnader

Runde kanaler i mindre dimensjoner er rimelige i innkjøp. Det er i prosjektet anslått ca. dobbelt pris for ombruk av disse. Bøtteventiler og bend har en høyere pris, og anses derfor å ha høyere økonomisk potensial ved ombruk.

#### Læringspunkter

- Utførende bør bidra i søk etter brukte elementer fra start, da de har gode sjanser til å skaffe utstyr fra andre prosjekter.
- Ventilasjonskanaler bør ha lange, rette strekk (minst 2-3 meter) for at det skal kunne svare seg med ombruk.
- Bøtteventiler bend kan ha høyere økonomisk potensial ved ombruk.

## 5.7 KJØLEBAFLER

Bygningsdelsnummer: 375

185 stk. kjølebafler anskaffet fra  
Dronning Eufemiasgate 8 (DEG8),  
Braathen eiendom.

135 stk. ble montert i KA13

### 5.7.1 Praktisk /teknisk gjennomføring

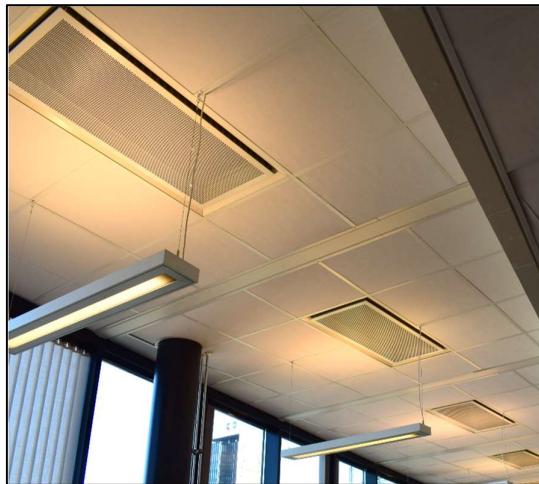
Kjølebafler for komfortkjøling ble anskaffet fra Dronning Eufemiasgate 8 (DEG8). RIV så at dette var riktig type for bruk i KA13, og vurderte kvaliteten på kjølebaflene til å være like bra som nye. Type; Parasol 1200, Swegon; 1192-A-HF.

FDV-dokumentasjon hos byggeier ble gjennomgått, og der fantes produktdatablad for baflene som sier en del om ytelsen på produktet ut ifra gitte dimensjonerende parametere. Ved henvendelse til Swegon, fikk vi også byggvaredeklarasjon for produktet, samt en montasjeanvisning. Når det gjelder CE merking hadde ikke Parasol kjølebafler fra 2007/2008 dette. Dette var heller ikke å få fra produsent for nyproduserte kjølebafler.

185 kjølebafler ble demontert, godt emballert og fraktet til leid lagerplass på Vollebekk.

Kombibaflene fra DEG8 er ment for montering i himling. Dersom man skulle kjøpt alt nytt, ville man kanskje valgt andre typer til en himling med synlig teknikk som i KA13. Baflene ble montert i prøverom i KA13 sammen med annet utstyr for vurdering av interiørarkitekt. Baflene ble ikke malt eller lakket ettersom interiørarkitektene vurderte fargen til å passe med øvrig interiør.

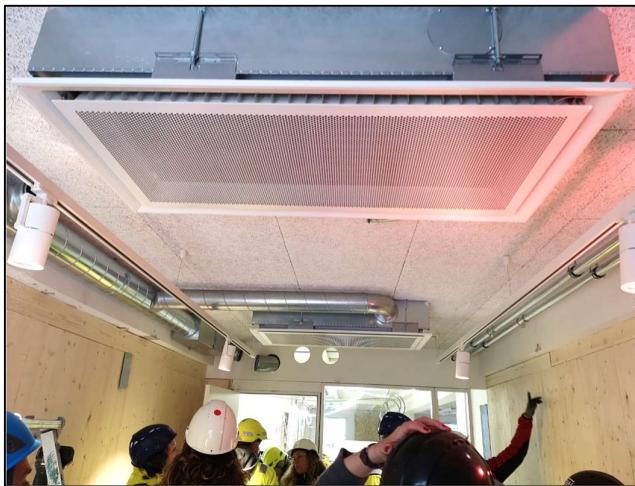
Baflene har ikke hatt behov for bearbeiding, men ble gjennomspylt med vann når de var ferdig montert i bygget. OAR har trukket rørene til kjølebaflene i KA13 og Energima har montert selve baflene. Kjølebafler er montert i alle etasjer. Det har blitt innkjøpt noen nye kjølebafler pga. behov for enkelte *passive* bafler, og i tillegg behov for noen mindre formater for å unngå kollisjon med ståldragere i 8. etg. Endelig antall monterte kjølebafler i KA13 fra DEG8 var 135 stk.



Kjølebafler i DEG8. Foto: Anne S Nordby.



Transportetappe. Foto: Anders Sand.



Bafler ferdig montert i prøverom i KA13. Foto: Christoffer Siopan Engtrø

### 5.7.2 Kostnader

I studentoppgaven fra OsloMet er det beregnet at ombruk av kjølebafler hadde en økonomisk besparelse på ca. 66 %, sammenlignet med innkjøp av nye kjølebafler. (Jødal, Hansveen og Hall, Oslo Met Bachelor oppgave 2020).

Kostnad for lagring er på ca. 3 %, og kostnad for transport via lager er på ca. 9 % av de totale kostnadene knyttet til ombruket. Kostnad for demontering i tidligere bygg er beregnet til ca. 81 % av totalsummen, men her ikke eventuell prisforskjell mellom demontering og vanlig riving reflektert. På den annen side er heller ikke ekstra tid til prosjektering (RIV) og prosjektledelse medtatt i beregningene.

### 5.7.3 Miljøvurderinger

I studentoppgaven fra NTNU er det beregnet en total utslippsbesparelse på 95 % ved ombruk, sammenlignet med kjøp av nye kjølebafler i prosjektet. (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020).

	Mengde	Miljøbelastning, nytt element (A1-A4) *	Miljøbelastning, bruk element (A1-A4) *	▼ Miljø- besparelser for ombruk
Kjølebafler	138 stk.	173,4 kg CO <sub>2</sub> -e/ stk.	8,9 kg CO <sub>2</sub> -e/ stk.	95% besparelse

\* A1-A4 angir de første fire fasene i en livsløpsvurdering, der A1-A3 er Produktionsfasen, og inkluderer råmaterialer, transport og tilvirking. A4 er i Konstruksjons- og installasjonsfasen og inkluderer transport.

Resultatene viser miljøbelastning i form av klimagassutslipp (CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) per stk for nye og brukte kjølebafler. Totalt bidrar ombruk av kjølebafler i prosjektet med en besparelse på 22,6 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. sammenlignet med nytt alternativ i fase A1-A4.

De brukte kjølebaflene var ca. 11 år gamle, og er vurdert til å ha like god kvalitet som nye produkter. Antatt levetid for både ombrukte og nye kjølebafler er satt til 30 år. De største bidragene fra ombruksproduktene stammer fra bruk av lift ved demontering og fra mellomlagring.

### Læringspunkter

- Man kan ha flaks, og finne store mengder av elementer som man trenger!
- Fleksibilitet i valg av ventilasjonsløsning er en fordel
- Kombinasjonen komplekse komponenter og enkel demontering kan bidra til økonomisk lønnsomhet for ombruk

## 5.8 VIFTEKONVEKTOR (FANCOILS)

Bygningsdelsnummer: 375

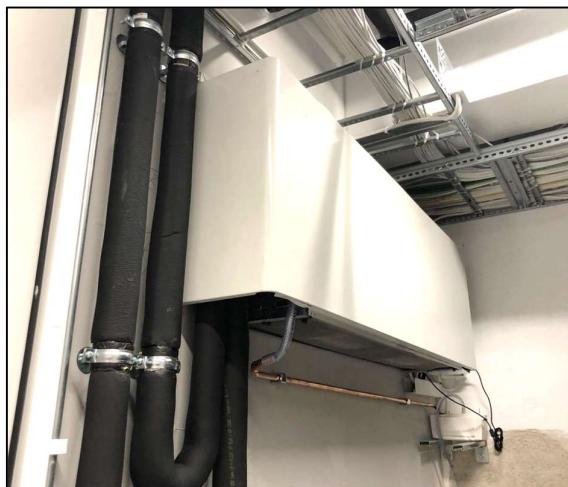
2 stk. viftekonvektorer (fancoils)  
anskaffet fra Dronning Eufemiasgate 8  
(DEG8), Braathen eiendom.

1 stk. tatt i bruk i datarom i kjeller

Det ble funnet to stk. viftekonvektorer (fancoils) i Dronning Eufemiasgate 8, type: Climaventa Home System. Dokumentasjon for fancoils ble hentet ut av byggets FDV. Fancoilene ble demontert og satt på lager på Vollebekk.

Energima sjekket utstyret visuelt, og vurderte det som både skittent og at det bar preg av dårlig vedlikehold ift. filter bytte/rens. Ofte går dette ut over viften som da opererer med for høyt trykkfall. Dette reduserer levetid på kulelageret betydelig, så tilstanden var usikker. Elementene var også for store til å plasseres som tegnet, de måtte plasseres på vegg. Det ble til slutt bestemt at man kunne bruke den ene (som var i best forfatning) i datarommet, og beholde den andre som reserve i tilfelle den første trengte deler.

Ettersom det ikke fantes dokumentasjon på gjennomført vedlikehold, kan funksjonsansvaret bli diffust. Og det kan bli dyrt å montere brukt hvis det ikke fungerer. Kostnad for en viftekonvektor er 2-3 ganger så mye som en kjølebaffel, og vanlig levetid er 2-10 år. Generelt vil ombruk av kjølebaffel være gunstigere enn ombruk av viftekonvektor, fordi baffelen ikke har en roterende komponent og dermed er mindre utsatt for feil og slitasje.



Ombrukt viftekonvektor montert i datarom i kjeller. Foto: Rune Andersen

## 6 Elektro og Heis

### 6.1 RÅDGIVENDE OG UTFØRENDE ELEKTRO; ERFARINGER

#### *Heiberg & Tveter ved Mats Slotta og Kontakt Elektro v Lars Østbøll*

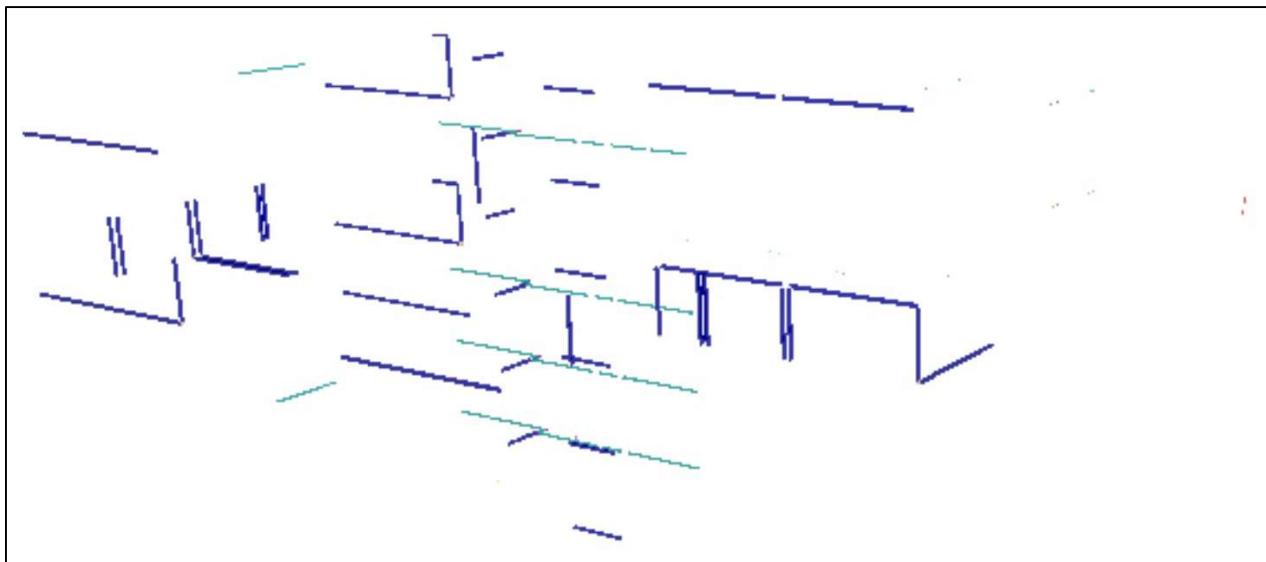
I prosjektet har rådgivere, utførende og leverandører blitt oppfordret til å se muligheter for å etablere sirkulære verdikjeder. Ettersom standarden for energieffektivt utstyr har endret seg raskt de siste årene, var det imidlertid lite E/E-utstyr som ble funnet som var egnet for ombruk.

Prosjekterende ser absolutt verdien av ombruk når utstyr er 5-10 år gammelt, men når det gjelder f.eks. nødlys som brukes ved brann blir utstyret fort gammelt. Ved brannvarsling/evakuering skal man ikke snuble! Det ble vurdert ombruk blant annet av brann/nødlys på Refstad skole. Dette var 11 år gammelt, og garantier var dermed gått ut. Dessuten inneholder disse gjerne lysrør, som skal fases ut. Da er det tryggere å bruke nytt utstyr. Garantien går vanligvis ut etter 5 år, og datablader kan være vanskelig å finne. Etter flere års bruk, demontering og frakt/ lagring; hvem garanterer at det fungere som det skal?

Det ble primært søkt etter utstyr/ produkter innen elektrofaget som ikke inneholdt elektronikk, slik som kabelbaner, kabelbroer, stiger og veggkanaler. Her er det i utgangspunktet mange muligheter. Det ble i forprosjektet vurdert å bruke vertikale grenstaver for tilførsel av el/datakabler i kontor. Grenstaver festes ikke på vegg og er lette å flytte rundt. De finnes i ulike typer, og konseptet er godt egnet for ombruk ettersom de fungerer som selvstendige enheter uten skruer/klemmer og kan enkelt nappes ut av stikkontakt. I en periode har det vært mange tilgjengelige brukte grenstaver å få tak i. Det har vært ombrukt noe internt i Biskop Gunnerusgate 14 (Entra), ved rokkering av arbeidsplasser der. Imidlertid ønsket ikke leietaker denne løsningen i KA13, så dette ble ikke fulgt opp videre i prosjektet.

Utførende ble bedt om å finne brukte elementer mens man holdt på med byggingen, men da er utvalget og tiden begrenset. Det hadde vært enklere hvis man kunne samle ombrukbare elementer over tid på et lager, som man kunne plukke fra i nye prosjekter. Vanligvis har ikke entreprenøren lager da dette medfører store kostnader, de prøver heller å bestille nøyaktige mengder til hvert prosjekt. Ombruk har ikke vært tema før. Produkter som ikke brukes i prosjekt leveres vanligvis tilbake til leverandør, f.eks. ubrukte lamper - mens forbruksmateriell som kabler, bokser etc. vanligvis flyttes med fra byggeplass til byggeplass.

Generelt bør ikke bare prosjekterende, men også utførende komme tidligere inn i prosjektet for å vurdere hva som er mulig å få til av sirkulære løsninger.



Ombrukte elementer i KA13: Elektro. Bilde fra IFC filen. Illustrasjon: MAD

## 6.2 KABELBANER OG KABELSTIGER

Bygningsdelsnummer: 411

Brukte kabelbaner (10 cm bredde) er ombrukt internt i KA13: 23 stk. av ca. 2,5m – totalt ca. 57,5 m

Ettersom utstyr/ produkter som ikke inneholdt elektronikk ble utpekt som de viktigste kildene til ombruksmuligheter innenfor elektrofaget, ble det i forprosjekt fokusert på å søke etter kabelbaner i ulike bredder, kabelbroer, stiger og veggkanaler. Fra KA13 ble det registrert ulike lengder og dimensjoner av kabelbaner som ble tatt vare på. Imidlertid var ikke utforming av himlinger ferdig på dette tidspunktet. Konklusjonen ble at vi ikke skulle benytte kabelbaner i kontorer pga. hensyn til montering (vanskelig tilkomst og liten plass i overkant), men benytte kabelbruer i stedet. IARK ønsket da at det ble benyttet kabelbruer med deksel.

Det var dermed en del kabelbaner som ble kastes. Noen kabelbaner fra KA13 kunne imidlertid brukes i toalettgangen: Noen meter med 10 cm bredde er ombrukt i hver etasje. Totalt 23 stk. av ca. 2,5 m lengde er ombruk.

Man brukte mye tid i forprosjekt på å lage en løsning med nedsenkhet himling, men dette gikk ut. Hadde det vært nedsenkhet himling, hadde man hatt større valgfrihet til å f.eks. blande leverandører ettersom utstyret ikke ville være synlig over himlingen.

I KA23, på Refstad skole og i SG15 ble det funnet kabelbruer, men det var feil type som ikke kunne benyttes med deksel. Ulike løsninger ble senere montert i prøverom og diskutert med leietaker.



Kabelbaner etter demontering. Foto: Randi Lunke

## 6.3 VEGGKANALER

Bygningsdelsnummer: 411

	Schweigaardsgate 15 (Entra) Kristian Augustsgate 23 (Høegh Eiendom)	Refstad skole (UBF)
Veggkanaler i plast	90 lm. demontert og ombrukt i KA13	
Veggkanaler i stål		75 lm. demontert og vurdert

### 6.3.1 Praktisk /teknisk gjennomføring

Prosjektet hadde behov for mange løpemetere veggkanaler for montering av el- og data-kabler (TEK-123 elkanaler vegg). Det ble funnet veggkanaler som kunne demonteres og ombruk i flere bygg der det var befaringer; Schweigaardsgate 15 (Entra), KA23 (Høegh Eiendom) og Refstad skole (UBF).

Ca. 90 m veggkanaler ble demontert fra SG 15 og KA 23. Disse var i plast. Fra Refstad skole ble det demontert ca 75 meter stålkanner. Kanalene fra SG 15 og KA23 ble fraktet rett til KA13. Dette ble litt trøblete fordi det egentlig manglet lagerplass der. Kanalene fra Refstad ble fraktet til litt ulike plasser for mellomlagring. Etter nærmere vurdering ble imidlertid stålkannerne fra Refstad ikke brukt i prosjektet da de så litt annerledes ut. Det er ikke forskjell på kvalitet og levetid plast/stål, men stål kan fort få riper mens plast gjerne holder seg penere i bruk.

Kvalitetssikring ble gjennomført ved at entreprenør sjekket kanalene ved demontering. Kanaler bør ikke ha hull osv. men litt riper ble akseptert. Det ble ikke tatt med kapp, bare hele lengder. Kanalene ble tørket over etter demontering, og blir vasket etter byggeperioden. Det var litt fargeforskjell fra sted til sted. Dette ble løst ved at kanaler fra samme rom ble brukt sammen.

Når det gjelder miljøgifter, ble det i KA23 foretatt XRF-målinger av veggkanalene, og det ble ikke funnet bly. Det var ulike typer kanaler der, men vi tok de som var relativt nye. I Schweigaardsgate 15 var kanalene relativt nye, så det var ikke risiko for bly.

Prosjekteringsmessig spiller det liten rolle hvilken type kanal det blir til slutt. Føringsveiene kan tegnes ut uansett, og det angis normalt ikke i modellen hvilket materiale det er. Det fulgte ikke dokumentasjon med kanalene, men det er samme el-nummer på nye som gamle kanaler så det ble vurdert at samme dokumentasjon kunne anses som gjeldende.

Monteringen ble utført som ved nye kanaler, og demonterbarhet er ivaretatt.



Veggkanaler på Refstad skole. Foto: Anne S Nordby



Veggkanaler i plast i KA23 og XRF-måling. Foto: Jennifer Lamson



## 6.4 STIKKONTAKTER

Bygningsdelsnummer: 411

29 stk. trippel stikkontakter ble demontert i Schweigaardsgate 15 (Entra) og ombrukt i prosjektet

Det ble funnet trippel stikkontakter i Schweigaardsgate 15 (Entra), av samme type som skulle brukes i prosjektet. Disse ble demontert og fraktet til KA13. Det ble også funnet trippel stikkontakter på Refstad skole. Disse ble tatt med sammen med metallkanalene, men senere ble avvist. Stikkene passet ikke med plastkanalene og ble derfor ikke benyttet.

Ettersom stikkene er Entras eiendom er det ikke snakk om omsetning, og det stiller seg enklere med tanke på dokumentasjon.

## 6.5 BELYSNING

Bygningsdelsnummer: 442

10 stk. lamper (glasskupler/ pendler)  
demontert i St. Olavs plass 5 (Entra)

6 stk. ble bygget om hos Lighthouse  
og ombrukt i resepsjonen

Ettersom standarden for energieffektivt utstyr har endret seg raskt de siste årene, var det lite belysningsutstyr som ble funnet som var egnet for ombruk. Nå ønskes primært LED-belysning, og lysrør fases ut. Ettersom LED kun er 5-10 år gammel teknologi, så kan man si at det «heldigvis» ikke finnes så mye tilgjengelig på markedet. Det ble blant annet vurdert noe belysningsutstyr fra Schweigaardsgate 15 (Entra): 23 stk. Fagerhult Pleiad Evo Combilume. Men disse hadde feil lyskilde (lysrør), og ble ikke demontert.

Senere ble det funnet 10 stk. store glasskupler/ pendler fra St. Olavs plass 5 (Entra), og IARK mente disse var godt egnet for resepsjonen i KA13. Det var imidlertid 3 stk. lysrør i hver lampe, og ny bruk krevde ombygging. Det ble sjekket med montør (Kontakt Elektro) om man kunne skifte ut innmaten. Kontakt Elektro vurderte at det var trygt å bygge om og gjorde først et forsøk med én lampe, der en LED lyslenke ble montert i senter av kuppenen.

Resultatet ble vurdert sammen med Scenario, og godkjent av alle parter. De resterende lampene ble dermed bestilt fra St. Olavs plass 5, og bygget om. Fire glasskupler sprakk dessverre under demontering, de var gamle og tålte lite. Det skulle ikke mer enn en liten sprekk til før det gikk galt.

Ombygging av lampene ble satt bort til *Lighthouse*. Ombygging av lamper er ikke noe som *Lighthouse* vanligvis gjør, men de kunne imøtekommne bestillingen fra Entra som er en stor kunde. Av innmaten i lampene var det bare metalltet som ble ombruk. Alt ellers er ny elektronikk og nye kabler. Ny elektronikk tok mer plass enn den gamle. Lampene skulle brukes som effektbelysning, og være mulig å dimme. Dette krever en ekstra modul. Totalt 6 stk. lamper ble bygget om hos *Lighthouse*, og det vil følge dokumentasjon på ny innmat.

Lamper er generelt demonterbare. Ved riving blir vanligvis alt demontert helt og kildesortert.



Kulelamper fra St. Olavs plass 5. Foto: Norconsult

## 6.6 HEIS

Bygningsdelsnummer: 621

Det ble tidlig i prosjektet gjort en vurdering med heiskonsulent (HeisConsult), om det var mulig å ombruke deler av heisen som var på plassen. Leverandøren av den eksisterende heisen ble forespurt om å ta imot utstyr som var

fra en oppgradering i 2009 kostnadsfritt mot å ta jobben med demontering (bla. styring og heismaskin), men de takket nei til dette. Det ble videre bekreftet at det leasing av ny heis ikke var aktuelt i Norge.

I U2 var det flere heiser som skulle skiftes ut, og Entra sjekket muligheten for ombruk av en av disse i KA13. Det var imidlertid flere forhold som gjorde dette vanskelig:

- Sjaktdimensjonene stemte ikke overens
- Det var spesielle krav i fht. sjaktdybde i KA13
- Heisen i U2 var i samsvar med standarden EN81-1, mens man i dag bruker EN81-20

## 6.7 MILJØ- OG KOSTNADSVURDERINGER, ELEKTRO OG HEIS

### 6.7.1 Miljøvurderinger

Elektriske/ elektroniske (E/E) produkter har ofte høy miljøpåvirkning i produksjon ettersom de består av plast og ulike metaller, og produktene har ofte også relativt kort levetid i bygg. E/E-produkter, og også heiser, er dessuten kompliserte og dyre produkter som er krevende å kildesortere og gjenvinne/ avfallsbehandle. Ombruk, eller alternative eierskapsmodeller (leasing osv.) kan derfor være svært interessant i en miljøsammenheng.

All elektronikk leveres vanligvis til godkjent mottak, og når det gjelder miljøgifter kan det f.eks. være PCB i gamle lamper/ lysrør. Muligheten for ombruk og evt. ombygging må derfor vurderes spesielt i hvert tilfelle.

### 6.7.2 Kostnader

Når det gjelder veggkanaler og bruer har det ikke vært noe å spare ved ombruk. Arbeidstid og transport koster mye. Antageligvis går dette opp i opp med kjøp av nytt.

Når det gjelder lamper, kan man spare noe hvis man kan bruke de samme lampene om igjen. Om noen år kan man forhåpentligvis ombruke LED-belysning. Ombygging av gamle lamper blir imidlertid fort dyrere enn kjøp av tilsvarende nye.

Et tiltak som kunne fremme kostnadseffektiviteten ved ombruk er å ha tilgang til lagerplass når man river, og sortere ut ombruksbart utstyr med en gang.

#### Læringspunkter, elektro og heis

- Det finnes en rekke produkter innen elektrofaget som *ikke* inneholder elektronikk, og som kan være godt egnet for ombruk: F.eks. kabelbaner/ broer/ stiger, veggkanaler og grenstaver
- Nye krav om energieffektivt utstyr fører til at få E/E-produkter er egnet for ombruk, men innmat i gamle lamper kan evt. skiftes ut med LED.
- Heis er et stort, dyrt element med høyt fotavtrykk, som dessverre har få eller ingen muligheter for ombruk eller alternative eierskapsmodeller (leasing osv.) i Norge.

## 7 Landskap

### 7.1 LANDSKAPSARKITEKTENS ERFARINGER

#### *Landskapsarkitekt; Asplan Viak AS ved Janicke Ramfjord Egeberg*

Kristian August gate 13 har vært et spennende, utfordrende og nyskapende prosjekt. Som fagansvarlig landskapsarkitekt kom jeg sent inn i prosjektet med tanke på å forankre gode løsninger på et tidlig stadium i prosessen. For å komme raskt fram til egnede løsninger, tok jeg derfor kontakt med Bergknapp og Protan som er ledende leverandør av løsninger for blå og grønne tak. Det er laget et eget erfaringsnotat for landskap som beskriver disse løsningene.

I forbindelse med det blå-grønne taket er det utviklet et konsept for terrassegulv som har inkludert ombruk av materialer fra andre bygg, og som også muliggjør framtidig ombruk av de ulike elementene som gulvet er bygget opp av. Brukte fasadesteinplater og treledder ligger på pidestaller i plast av type helleklosser fra Aaltvedt, disse er både slitesterke og regulerbare i høyden slik at de enkelt kan tilpasses evt. ny bruk. Pidestallene kan ombrukes da disse er veldig slitesterke.

Det ble søkt etter brukte materialer i tre og stål til plantekasser og benker, men uten at man fant passende elementer. I plantekasser og benker er det derfor isteden brukt gjenvunnet stål, mens sitteflatene består av spiler av gjenvunnet plast. Konseptet er et resultat av et veldig samarbeid om produksjon mellom Bergknapp og Nordic Steel inngått spesielt i forbindelse med dette prosjektet. For å kunne få til en større grad av ombrukte materialer, kunne det gitt god effekt å trekke inn nettverket til prosjekterende landskapsarkitekter i større grad underveis. Det ligger et stort potensialt for anskaffelser av brukte elementer fra andre prosjekter som man jobber med parallelt.

### 7.2 TERRASSEGULV

#### 7.2.1 Terrassegulv i 2. etg.

Ca. 85 m<sup>2</sup> fasadeplater i granitt fra Drammensvn 134 (Entra) er lagt som gulv på terrassen i 2 etg.

Oppforet Terrassegulv utføres vanligvis med 3 cm tykke steinplater. Dette samsvarer med alminnelig steinforblending på fasader som også ofte er 3 cm, det ble derfor søkt etter denne typen stein. Entras bygg i Drammensvn 134 på Skøyen hadde nettopp denne typen steinforblending i granitt, og denne steinfasaden var moden for reparasjon/ riving på grunn av defekter i innfesting/ fare for nedfall. Steinplatene kunne derfor ikke ombrukes på fasade. Det at steinplatene måtte demonteres dukket beleilig opp, og et parti av steinplatene ble ombrukt i KA13.

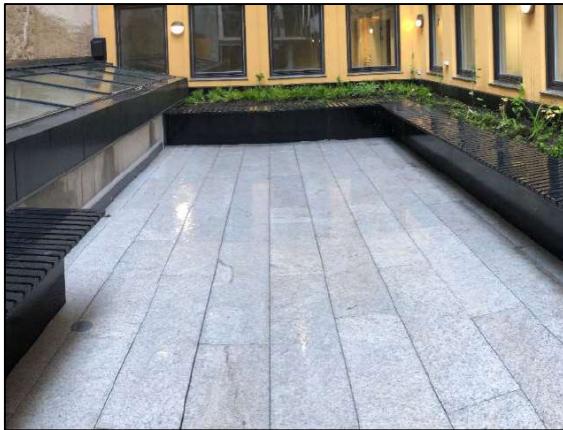
Steinplatene ble benyttet som gulv på takterrassen i 2.etasje. Takterrassene fungerer som blå tak, og steinplatene ligger/hviler derfor på pidestaller. Pidestallene er regulerbare i høyden med justerbart hode slik at man kan justere for ujevheter og høydeforskjeller. Det er også enkelt å etterjustere høyden med skrutrekker i åpningen mellom hellene etter at de er lagt. Ellingard Naturstein utførte arbeidet, og det ble på forhånd etablert et prøvegulv som ble befart og godkjent. Plassering av pidestallene ble planlagt, og det ble bl.a. sørget for at belegget ble låst inn mot vegger. Det ble foretatt en kontroll av at spalteåpningen på 3 mm mellom steinhellene var tilstrekkelig til å drenere vannet til taket under. Beregningen ble gjennomført av Multiconsult.



Fasade i Drammensveien 134. Foto: Noora Khezri



Ellingard naturstein prøvelegger gulvet. Foto: Rune Andersen

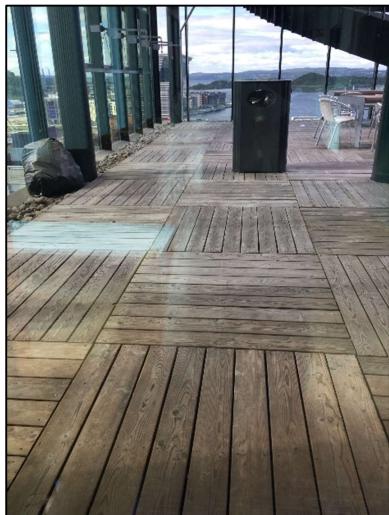


Ferdig granittgolv i KA13. Foto: Janicke Ramfjord Egeberg

### 7.2.2 Tremmegulv i 9. etg.

Ca 100 m<sup>2</sup> tremmegulv fra DEG8  
(Braathen eiendom) er lagt på  
terrassen i 9 etg.

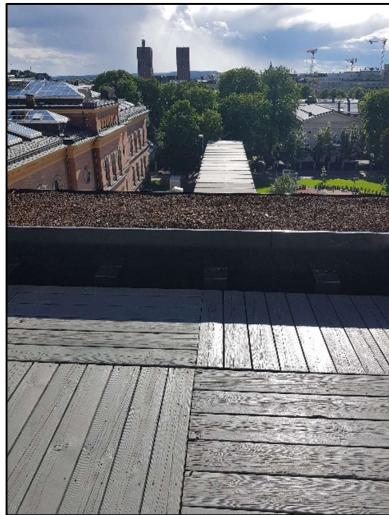
Tremmegulvet (lemmer) ble funnet under befaring i DEG8, og ble demontert av Haandverkerne. Disse ble benyttet på takterrassen i 9.etasje. Lemmene er mellomlagret på Haandverkerne sitt lager på Sem i Asker. De beste lemmene ble plukket ut og overflaten ble malt i en gråtone. Ellingard Naturstein utførte oppdraget med å tilpasse trelemmene og monterte disse på pidestaller på samme måte som på takterrassen i 2 etg. da denne terrassen også har funksjon som blått tak.



Tremmegulv, DEG8. Foto: Noora Khezri



Oppmåling på befaring. Foto: Anne S Nordby



Ferdig lagt gulv i KA13. Foto: Janicke Ramfjord Egeberg

## 7.3 REKKVERK (UTVENDIG)

Bygningsdelsnummer: 287

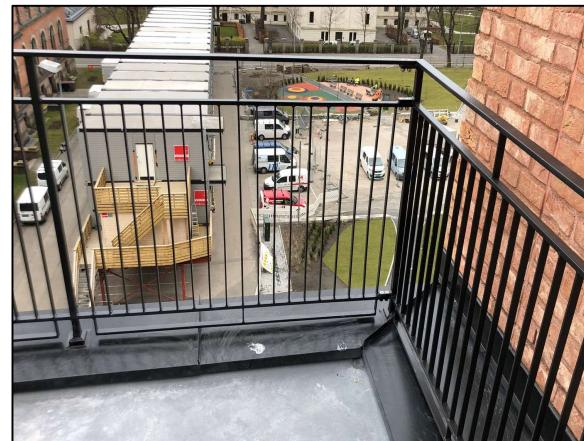
### 7.3.1 Eksisterende rekksverk på takterrasse, 8. etg.

Eksisterende rekksverk rundt takterrassen i  
8. etg. ble bevart og oppgradert

Eksisterende rekksverk rundt takterrassen i 8. etg. ble bevart og oppgradert til TEK17 krav, ved å doble spiletetheten. Dette ble vurdert av ARK, og utført av Jomek på verksted.



Rekkverk i 8 etg, opprinnelig situasjon. Foto: Anne S Nordby



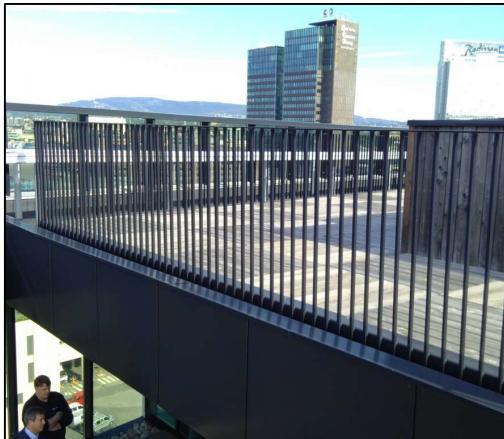
Ferdig rekkverk. Foto: Rune Andersen

### 7.3.2 Rekkverk på takterrasse, 2. og 9. etg.

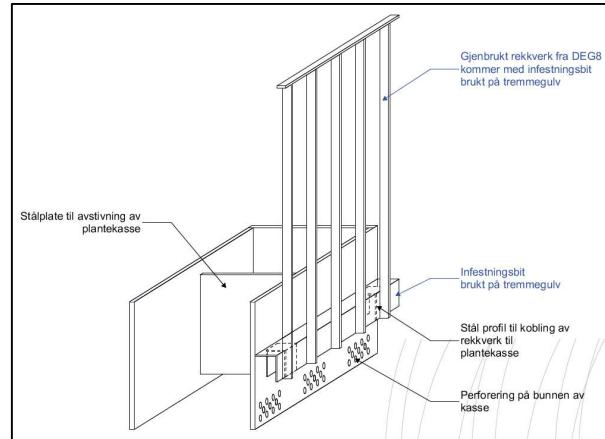
Rekkverk på takterrasse i 2. og 9. etg. er ombruk fra DEG8 (Braathen eiendom)

Rekkverket på takterrassene i 2. og 9. etasje er ombruk fra DEG8. Jomek og Haandverkerne utførte arbeidet. Hele felt av rekkverket ble brukt slik de var, og vil fortsatt være ombrukbart i en evt. neste runde. Parapet og blomsterkasser ble forberedt med innfestningsbraketter for at rekkverket kunne remonteres med den samme vinkelen som var montert på bunnen av rekkverket. Det ble besluttet at rekkverket i 2.etg skulle festes på utsiden av parapeten, dette medførte ekstra utfordringer mht. teknikk rundt innfestingspunkt samt mer kompliserte tilpasningsbraketter og RIB måtte involveres.

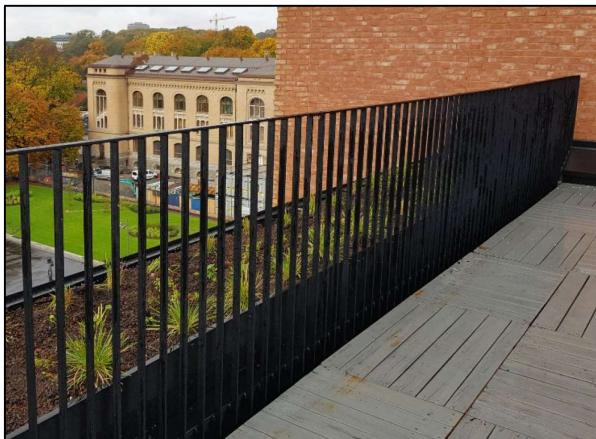
Metallspilerekkverk fra Refstad ble også vurdert underveis: Her var det et høyt rekkverk på terrasse ved utv. rømningstrapp i galvanisert stål. Det ble imidlertid opplyst fra blikkenslager at dette vil avgjøre helsefarlige gasser ved sveising, og det ble derfor ikke anbefalt å bygge om.



Rekkverk fra takterrasse i DEG8. Foto: Anne S Nordby



Detalj av innfesting til plantekasse. MAD arkitekter.



Rekkverket ferdig montert i 9. etg. Foto: Janicke Ramfjord Egeberg

## 7.4 PLANTEKASSER OG BENKER

### 7.4.1 Plantekasser

Det ble søkt etter brukte stålplater til plantekassene, men ikke funnet noen plater som var egnet. Stålet til plantekassene ble levert av Nordic Steel, deretter satt sammen av Bergknapp, levert og montert på KA13. Platene til plantekassene består av 80 % gjenvunnet stål.

Tegningene fra LARK ble videreutviklet av Bergknapp og Nordic Steel, som utarbeidet produksjonstegninger. Delene er skrudd sammen, slik at det skal være enkelt å demontere og evt. ombruke produktene senere.



Plantekasser før fylling av jord. Foto: Janicke Ramfjord Egeberg

#### 7.4.2 Benker

Det ble søkt etter brukte spiler i hardtre til benkene, men det ble ikke funnet noe som var egnet for utedmiljø. Bergknapp kunne isteden levere spiler av resirkulert plast i form av plater som er skåret ut til spiler. Spilene består av 100 % resirkulert materiale. Delene er skrudd sammen, og benkene er demonterbare.



Sitteplater av gjenvunnet plast montert til stålplatene. Foto: Janicke Ramfjord Egeberg

#### 7.5 JORDBLANDING MED KOMPOST

Bergknapp leverte en lettvekts jordblanding med høy andel ombruksmaterialer. Porøs lavastein (fra Island) er en hovedbestanddel, og blandingen inneholder videre kompost fra ulike kilder (hageavfall, slakteriavfall mm). Istedentfor natursand brukes maskinsand, dvs knust reststein etter sprenging osv. Jordblandingen inneholder ikke kunstgjødsel. Blandingen kalles *gjenbruksjord*.

Denne typen torvfrie jordblandinger har flere fordeler. Det er viktig å forhindre bruk av torv i jordblandinger, ettersom uttak av torv ødelegger økosystemer, tar bort «svampene» i landskapet (som både fordrøyer regnvann og binder klimagasser), og totalt sett forårsaker store klimagassutslipp ved fremskaffing. Ved å isteden bruke lokale ressurser som kompost, biokull og også knuste masser av byggavfall (tegl/ betong), kan jorda ikke bare redusere utslipp ved fremskaffing, men også bidra til å binde og fange karbon ved hjelp av biokull, mikroorganismer og plantevækst.

Produksjon av jord kan på denne måten møte et avfallsproblem i byggebransjen. Flere produsenter eksperimentert nå med ulike løsninger og jobber mot 100 % ombrukte jordblandinger, der alt er kortreist.



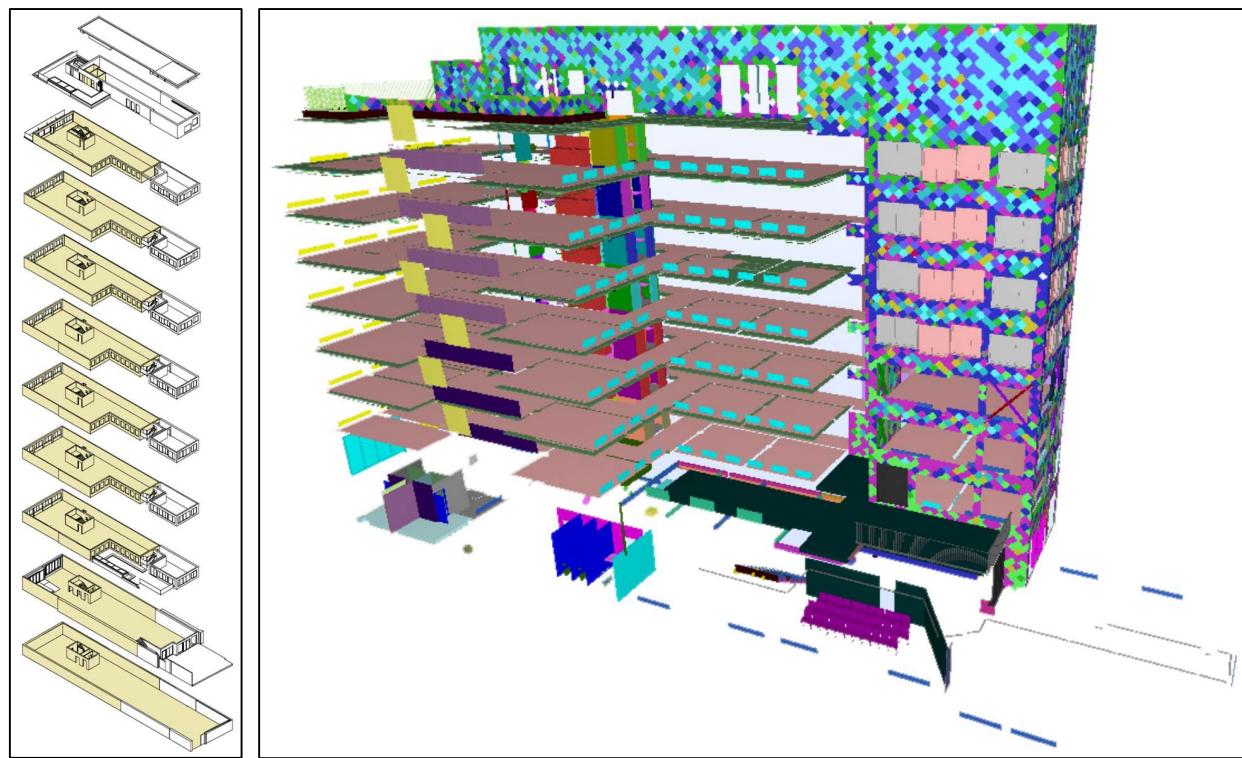
Gjenbruksjord fra Bergknapp. Foto: Rune Andersen



Gjenbruksjord legges på taket. Foto: Rune Andersen

## 8 Oppsummering

### 8.1 RESULTATER



*Ombruk/ rehabilitering av eksisterende bygningsmasse, og anskaffede ombrukselementer i KA13, alle fag. Illustrasjoner: Mad arkitekter*

#### 8.1.1 Lokalt ombruk

Ref. kap	Bygningsdel	Komponent	Mengde	Enhet	Prosess
2.8	Innendører	Dør til bøttekott og tunge tredører	17	Stk.	
3.2.1	Eksisterende veggger	Vegger mot nabobygg og trapperom	780	m2	Rensket, rengjort og støvbundet, overflatebehandling unngått
3.2.2	Eksisterende veggger	Panel i furu	46	m2	Panel demontert og remontert på ny vegg. Vasket grundig. Noe fast innredning ble også beholdt.
3.2.3	Eksisterende veggger	Keramisk fliser	70	m2	Beholdt på enkelte veggger og soyler. Rensing og reparasjoner.
5.3	Radiatorer	Opprinnelige radiatorer	98	Stk.	Demontert/trykktestet, fryseblåsing, maling
5.6	Luftfordeling	Ventilasjonskanal		m	Rengjort.
		Ø125 – ca. 6,5		m	
		Ø160 – ca. 3,5		m	
		Ø200 – ca. 2		m	
		Ø250 – ca. 0,5			
5.6	Luftfordeling	Lyddempere	2	Stk.	
6.2	Elektriske installasjoner	Kabelbaner	ca. 57,5	lm	23 stk. a ca. 2,5 m, bredde 10 cm.
7.3.1	Rekkverk (utvendig)	Eksisterende rekkverk, terrasse 8 etg.	ca. 18	lm	Spiletett doblet på verksted.

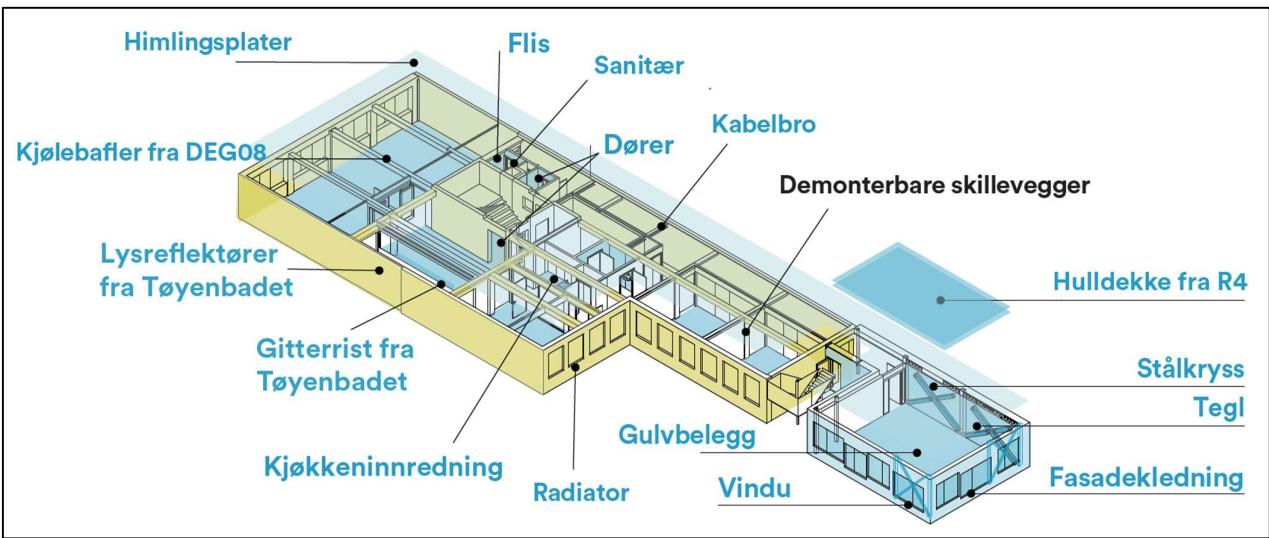
*Oversikt over lokalt ombrukte bygningsdeler, beskrevet i rapporten*

### 8.1.2 Anskaffelse av brukte byggevarer

Ref. kap.	Bygningsdel	Komponent	Mengde	En- het	Opprinnelig lokasjon/ eier/ formidler
2.2	Fasadeglass	Glassfasade	ca. 25	m2	DEG 8 (Braathen Eiendom)
2.2	Fasadeglass	Dobbelts glassdør	ca. 5,7	m2	Saga aluminium – overskudd
2.4	Vinduer	Vindu 2 fags	2	Stk	Resirql:
2.4	Vinduer	Vindu 2 fags	16	stk	Resirql:
2.4	Vinduer	Vindu 2-fags	12	stk	Resirql:
2.5	Fasadekledning	Cembrit Metallplater Steni	401 1151  313  3381	stk stk stk	Cembrit: St. Olav hospital/ Finn.no Metallplater: Oppsalhjemmet (OBY)/Rehub Steni: • Rehabilitering av boligprosjekt i Alfred Trønsdalsvei 9, Trondheim • Overskuddslager
2.7	Kontorfronter	Glass i kontorfronter med dører	80 25	m2 stk	CreoNordic, fra følgende prosjekter: • U2 • Haakon 7 gate • Langkaia • Overskudd og feilbestillinger
2.8	Innurdører	Branndører Eikedører til toalettrom	7 16	Stk stk	• DEG 8 (Braathen Eiendom) • St. Olavs plass 5 (Entra)
2.8	Innurdører	Dørvrider inkl. langskilt	15	stk	• Refstad skole (UBF)
2.8	Innurdører	Dørpumpe	10	stk	• Refstad skole (UBF)
2.9.1	Gulvoverflate	Eikestavsparkett	ca. 100	m2	• Overskudd, Parkettstudio
2.9.2	Gulvoverflate	Påstøp	ca. 600 med ca. 600	m2 kg	• Knust fasadeglass fra Norsk Gjenvinning
2.9.3	Gulvoverflate	Teppeflis	2200	m2	• Overskudd Entra • Ombruk Nederland • Overskudd Tarkett • Ombruk Akerselva Atrium
2.9.4	Belegg i trapp	Vinylbelegg i trapp	ca. 8	m2	• Berg studio
2.10. 4	Himling	Platekledning himling 25 mm	Dobbelt lag a ca. 1500 m2	m2	• SG (Entra) • KA23 (Høegh Eiendom) • Refstad skole (UBF) • U2 (Entra, overskudd)
2.11	Innvendige trapper	Amfitrapp i tre bygget av ombrukt tremateriale	ca. 150 rekker + spiler fra ca. 35 himling	Im m2	Tøyenbadet (KID)
2.12. 1	Rekkverk	Rekkverk av ombrukte gitterister og nye ballustere	38	stk	Tøyenbadet (KIB)
2.12. 3	Rekkverk	Rekkverk av glass og stål med ombrukte glassfelt	11	stk	St. Olavs plass 5 (Entra)
3.3	Innervegg	Flis, vegg toalett og garderobe	ca. 200	m2	Bergersen Flis (overskudd)
3.3	Gulvoverflate	Flis, gulv toalett og garderobe	117	m2	Bergersen Flis (overskudd)
3.4	Innervegg	Trespiller til innvendig kledning og interiør	760	Im	Refstad skole (UBF)

3.5	Kjøkkeninnredning	Moduler til minikjøkken	28	stk	Lambertseter sykehjem (OBY), 26 stk St. Olavs plass 5, 2 stk
3.6	Innredning	Auditoriestoler	34	stk	VID Campus Borgen (Diakonhjemmet eiendom)
3.7.1	Innredning	Garderobeskap, z-skap	20	stk	Refstad skole (UBF)
3.7.4	Innredning	Krittavler	2	stk	Refstad skole (UBF)
3.7.5	Innredning	Reflektorer	7	stk	Tøyenbadet (KIB)
4.2	Stålkonstruksjoner	Konstruktivt stål fordelt på - detalj, stålbelke - Detalj, stålmontrasje - Detalj, vindfagverk - Stålbelke - Stålmontrasje - Stålsøyle - Vindfagverk	Ca. 45	ton n	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karl Johansgate 23</li> <li>• Dronning Maudsgate 1-3</li> <li>• Stena stål gjenvinning</li> <li>• Agility Group</li> <li>• Stokke Stål/ Øst-Riv</li> </ul>
4.4	Brannvegg	Teglstein	135	m2	Øst-Riv, fra følgende prosjekter: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strømsveien 185</li> <li>• Bergengata 41-43</li> <li>• Tine Kalbakken, Bedriftsveien 7</li> <li>• Darres gate 2</li> </ul>
4.6	Hulldekker	Hulldekkellementer, 21 stk	Ca. 160	m <sup>2</sup>	Regjeringskvartalet R4 (Statsbygg/ Veidekke)
4.7	Interntrapp	Ståltrapp mellom 8. og 9. etg.	1	stk	St. Olavs plass 5
5.2	Sanitærutstyr	Servantbatterier Servantbatteri HC-vask Kjøkkenarmatur minikjøkken Servanter Servant HC Toalett HC-toalett Armstøtter HC-toalett Utslagsvask Batteri til utslagsvask	15 7 8 34 8 14 10 9 8 3	stk	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utstyr anskaffet fra følgende prosjekter:</li> <li>• Universitetsgata 2 (Entra)</li> <li>• Lambertseter sykehjem (OBY)</li> <li>• Refstad skole (UBF)</li> <li>• DEG8 (Braathen eiendom)</li> <li>• Tøyenbadet (KID)</li> <li>• Tordenskiolds gate 12</li> <li>• Resirquel</li> </ul>
5.3	Radiator	Lygnson type Ludvig, lang	45	stk	U2 (Entra Eiendom)
5.3	Radiator	Lygnson type Ludvig, kort	7	stk	Refstad skole (UBF)
5.4	Brannslangeskap	Utenpåliggende med slang	12	stk	DEG 8 (Braathen Eiendom)
5.5.2	Sprinkelør	Stålør sprincler, ø25 Stålør sprincler, ø32 Stålør sprincler, ø40	ca. 150 m ca. 30 m ca. 20 m	m	U2 (Entra)
5.7	Komfortkjøling	Kjølebafler	135	stk	DEG 8 (Braathen Eiendom)
5.8	Komfortkjøling	Fancoil	1	stk	DEG 8 (Braathen Eiendom)
6.3	Elektriske installasjoner	Veggkanaler: 45 stk a 2 m	90	m	Schweigaardsgate 15 (Entra), KA23 (Høegh Eiendom)
6.4	Elektriske installasjoner	Stikk til veggkanal, trippel	29	stk	Schweigaardsgate 15 (Entra)
6.5	Belysning	Store kulelamper/ pendler	6	stk	St. Olavs plass 5 (Entra). Nye lyskilder.
7.2.1	Yttertak/ terrasse	Fasadestone i granitt brukt som terrasseheller	85	m2	Drammensveien 134 (Entra)
7.2.2	Yttertak/ terrasse	Tremmegolv	100	m2	DEG 8 (Braathen Eiendom)
7.3.2	Rekkverk, utvendig	Spilerekkverk på takterrasse, 2+9 etg	Ca. 40	lm	DEG 8 (Braathen Eiendom)

Oversikt over anskaffelser av brukte bygningsdeler, beskrevet i rapporten. Givere/donorbygg for anskaffelsene av brukte byggevarer er nærmere beskrevet i kap 1.



Typisk etasje: Ombruk av byggevarer. Illustrasjon: MAD

### 8.1.3 Avhending av brukte byggevarer

Avhending av brukte byggevarer har ikke vært aktuelt for mange elementer. Det meste som var brukbart i eksisterende bygg ble ombrukt i KA13.

En stabel med 4x4 tommers bjelker fra eksisterende del ble gitt bort til bedriften Drivved. Videre ble noe overskuddsmaterialer fra KA13, blant annet gamle teakdører fra trapperom og noen brukte dører fra 6. etg, tatt vare på av Entra for mulig bruk i nabobygget KA11. Det finnes også noe overskudd av anskaffede, brukte elementer. Hvis ikke Entra finner bruk for det selv, kan det være aktuelt å avhende via en tredjepartsaktør.

#### Læringspunkter, resultater

- Kvalitet og levetid for byggevarer er viktig i både nye og gamle bygg. Ombruk (inkl. demontering, transport, prosessering og remontering) krever god kvalitet.
- Elementer der man spesielt har sett at det kan svare seg med ombruk er:
  - Produkter som trenger lite bearbeiding
  - Homogene produkter
  - Produkter med dokumentasjon
- Elementer der det har vært mer vanskelig med ombruk:
  - Belysning, pga. rask utvikling av tekniske egenskaper
  - Tekniske produkter uten dokumentasjon, f.eks. rør.
- Bærende konstruksjoner i stål og betong er komplisert og dyrt å ombruke, men det er også her det er mest å hente på miljøeffekt
- Treverk:
  - Komplisert med dokumentasjon for bærende konstruksjoner som trenger klassifisering, men enklere hvis det er f.eks. trespiller brukt som kleddning eller håndlister bearbeidet til trapp som del av en ny leveranse.
  - Der ombruk av konstruktivt trevirke ble vurdert i KA13, løp fremdriften fra oss for - og det ble dermed ikke et fokusområde i prosjektet. Ettersom ombruk av trevirke ikke gir de største miljøbesparelsene, ble dette dessuten vurdert som en riktig prioritering.
  - Ombruk av konstruktivt trevirke anbefales å jobbe videre med i andre prosjekter, gjerne i form av dialog med bransjeaktører i tilsvarende prosesser som det har vært for stål, betong og mur i KA13.

## 8.2 PRAKTISKE LÆRINGSPUNKTER

### *Erfaringer fra prosjekt- og prosjekteringsgruppeledelse v/ Rune Andersen, Insenti*

Å ha bistått i dette prosjektet med prosjekt- og prosjekteringsgruppeledelse har vært utfordrende, men svært lærerikt og spennende.

Insenti har bistått Entra i hele prosessen fra kjøp av eiendommen, gjennom beslutningsfasen for gjennomføring av et ombruksprosjekt og videre fra forprosjekt til gjennomføring og avslutning av prosjektet.

I oppstarten sommeren 2018 var en av oppgavene å knytte til seg et team av rådgivere som man mente hadde nødvendig motivasjon og riktig innstilling for denne spesielle oppgaven. MAD Arkitekter var allerede engasjert, og valget falt på Asplan Viak som miljørådgiver da de også hadde kunnskap om om bruk i byggebransjen.

Vi startet opp arbeidet med å definere prosjektet, kartlegge bygget og finne ut hva som var mulig få til av om bruk. Byggherren Entra hadde en oppfatning av hva som kunne være mulig og hadde visjoner om hvor langt man skulle gå på om bruk. Det kom frem en rekke ideer som også innebar bl.a. leasingavtaler. Det var ønske om at tilbygget skulle oppføres med brukte materialer og bygningsdeler i størst mulig grad, og det ble derfor tidlig innledet samtaler med Øst-Riv for å drøfte muligheten for å bruke konstruksjonsstål og huldekker fra riveprosjekter.

Det ble engasjert flere rådgivere fra ulike fagdisipliner, og felles for alle var en omstellingsprosess fra tanken om tradisjonell prosjektering til å tenke om bruk. Det å se muligheter og ikke begrensninger ble raskt en del av tankesettet. Vi startet arbeidet med kartlegging av KA13 og mulighetsstudie, samtidig som øvrige forutsetninger for prosjektet og miljøkrav ble avklart.

Vi var nå i gang med et prosjekt som ingen hadde gjennomført før oss. Dermed måtte vi tenke gjennom hvordan dette skulle organiseres videre og hvilke prosesser som var nødvendig. Det var behov for å knytte til seg flere kontakter til å bistå med anskaffelser av brukte bygningsdeler. Vi kom da i kontakt med blant annet Resirql som rådgiver og formidler av brukte bygningsdeler, og det ble søkt i markedet etter rehabiliterings- og riveprosjekter.

Det ble innledet samarbeid med FutureBuilt hvor kriteriene for om bruk ble satt, og det ble satt opp et program for en serie workshops for å drøfte innovative løsninger. Gjennom prosessen kom det frem at regelverket ikke var tilpasset bruk av brukte bygningsdeler i bygninger, og det ble derfor besluttet å se på hvordan man skulle forholde seg til disse i en rekke samlinger med aktører i bransjen.

Det kom opp flere problemstillinger som måtte løses underveis. Blant annet viste det seg tidlig at det var behov for et godt system for å registrere og holde kontroll på brukte elementer som ble anskaffet. Det ble behov for å avholde egne møter for å skaffe oversikt og holde kontrollen, og ombrukskoordinator ble definert som en ny og viktig rolle i prosjektet. Rollen har vært besatt av Insenti som sammen med ombruksrådgiver i Asplan Viak har hatt et spesielt ansvar for anskaffelser og dokumentasjon av brukte byggevarer og koordinering mot prosjekterende og utførende.

Prosjekteringen var krevende, og det var store utfordringer knyttet til noen av ombrukselementene som kunne ha andre mål og kvaliteter enn de som opprinnelig var forutsatt. Brukte bygningsdeler kunne komme inn i prosjektet på et sent tidspunkt, beslutningsprosessen og nødvendig prosjektering kunne da medføre at tidsplanen ble forsikjøvet. Det var svært viktig å opprettholde et godt samarbeidet med leietaker Spaces gjennom hele prosjektet, og alle beslutninger som hadde betydning for funksjoner og som var av visuell karakter ble tatt i samråd med leietakers interiørarkitekt Scenario.

Fremdriftsplanlegging og fremdriftskontroll var også krevende siden mange brukte elementer kom sent inn i prosjektet og gjerne krevde at det ble gjennomført omprosjektering. Økonomisk har det også vært svært utfordrende å holde kontrollen, da prisen for anskaffelse, logistikk, dokumentasjon, bearbeiding og montering har vært uforutsigbart. Det har ikke vært enkelt, og heller ikke alltid ønskelig å stoppe prosesser som allerede var igangsatt. Det kan da spesielt trekkes frem søker etter, samt testing og bearbeiding av konstruksjonsstål og huldekker som ble relativt kostbart.

### **8.2.1 Organisering av prosjektet**

Kontraktsformen har vært hovedentreprise/delt entreprise og byggherren inngikk kontrakt med rundt 15 entreprenører. Gjennomføring med delte entrepriser medfører at det blir en tettere dialog med hver av de utførende enn om det hadde vært ved en totalentreprise, som kan være en fordel i denne type entreprise hvor mye blir til underveis.

Egnede og tilgjengelige lagerfasiliteter er viktig for å lykkes med en smidig ombruksprosess. Det har vært lite tilgjengelig lager- og riggareal i KA13 og alle ombrukselementer måtte lagres i eksterne lokaler. I prosjektet har vi benyttet oss av flere ulike lagerlokaler som har vært midlertidig tilgjengelig (f.eks. kjelleren til naboprosjektet U2 og lagerlokale på Vollebekk fabrikker), som i løpet av prosjektet måtte flyttes ut av før elementene var klare for å hentes til byggeplassen. Det har medført unødvendig tidsbruk og kostnader til flytteprosesser, og større risiko for skader og å miste kontroll på ombrukselementene. Prosjektet gjorde seg erfaring med at det ved demontering bør prioriteres å beskytte og merke elementene godt for å ha bedre kontroll på ombruket frem mot montering. Merkingen av elementene bør reflekteres i oversikter over planlagte ombrukselementer. Det bør også planlegges for hvilke klargjøringsprosesser som må gjøres for de ombrukte elementene. Radiatorene ble f.eks. fraktet til et lagerlokale med tilgang til vann og sluk slik at trykktesting og gjennomspøyning kunne gjennomføres i lagerlokalet.

En utfordring på byggeplass ble oppfølging av *rent og tørt bygg* (RTB), ettersom entreprenøren måtte gjøre tilpasninger og støvende arbeider for å tilpasse for ombrukselementer i soner hvor støvende arbeider etter hvert skulle begrenses.

For å få en god ressursutnyttelse og gode tilpasninger ved ombruk, er det viktig at håndverkerne kan bidra til å finne kreative løsninger. Det kan være en fordel å nyttiggjøre seg av den kunnskapen som håndverkerne besitter og gi de handlingsrom til å utføre håndverk uten at det nødvendigvis må gjennom arkitekt og rådgivere når det ikke er nødvendig. Kompetansen rundt sirkulære løsninger må bli større i hele bransjen, både blant prosjekterende, utførende og leverandører.

#### **Læringspunkter, organisering av prosjekt**

- Utførelsesentreprise (byggherrestyrte, delte entrepriser) er en kontraktsform som reduserer utfordringer med endringer som følge av ombruk.
- Utførende ble etter hvert med på befaringer for mulig anskaffede ombrukselementer – mer rett på sak for finne løsninger for bearbeiding.
- Ombruk krever høyere kompetanse i alle ledd, og rom til å finne og bedømme løsninger i aktuell situasjon
- Det bør legges en plan før demontering og emballering for beskyttet transport og lagring, og en plan for hvordan ombrukselementene skal merkes og registreres.

### **8.2.2 Prosess og tidsplan**

Prosjektering, administrasjon og utførelse har vist seg å være mer tidkrevende og dermed kostnadsdrivende med ombruk, spesielt for noen av ombrukselementene. Ombruk medfører av flere grunner en mer komplisert prosjektering og byggeprosess. Brukte elementer kan ikke bestilles etter mål eller med angitte egenskaper, og de kan komme inn i prosjektet på et sent tidspunkt. Dette har medført flere vurderinger hos de prosjekterende enn det som normalt ville vært nødvendig, eller så har man blitt tvunget til å gjøre beslutninger om både kvalitet, pris og omfang svært raskt. Prosjekteringen ble oppstykket for å kunne følge fremdriften på byggeplassen, og noen ganger ga det seg utslag i at tidsplanen ble oversteget.

Å realisere ombruk av konstruksjonselementer (stål, hulldekker og tegl) har krevd mye ekstra tid. Det har vært nødvendig å fastsette nye rutiner for kvalitetssikring, og i tillegg har det gått mye tid til å undersøke regelverket

knyttet til krav om dokumentasjon. Samtidig har man for disse elementene oppnådd store klimagassreduksjoner. Man kan dermed argumentere med at dette er viktige ombrukspiloter, og at man forhåpentligvis i neste prosjekt kan ombruke bl.a stålkonstruksjoner, hulldekker og teglstein uten tilsvarende ekstrainnsats.

Det har vært nødvendig å revidere fremdriftsplaner for produksjon på byggeplass hyppigere enn i et tradisjonelt prosjekt, da flere ombrukte elementer kom sent inn i prosjekteringsprosessen. Innkjøp har i flere tilfeller blitt utført tett opp mot kritisk linje for å gi ekstra tid til søk etter ombruksprodukter. I noen tilfeller førte dette til funn av ombrukselementer, mens det i andre tilfeller ble kjøpt inn nytt.

Det er store forskjeller i hva som kreves av tid til demontering og montering av ulike elementer. Elementer som kan brukes «slik de er», f.eks. vinduer, er mindre tidkrevende å ombruke enn elementer som krever bearbeidelse. Det er liten forskjell på å demontere et vindu for ombruk i stedet for avhending, og montering av et ombrukt vindu innebærer samme jobb som montering av et nytt. Derimot er f.eks. kapping og tilpasning av brukte fasadeplater, og trykktesting,rensing og overflateoppussing av radiatorer, mer tidkrevende ombruksprosesser.

### 8.2.3 Informasjonshåndtering

I forprosjekt ble det laget lister over bygningselementer for lokalt ombruk og aktuelle ombrukselementer som man såkte etter. Det ble videre benyttet Excel-skjemaer for å holde oversikten over dette som løpende har blitt oppdatert.

Prosjektet har savnet et eget IT-verktøy for å håndtere de store mengdene informasjon om alternative brukte elementer, både i KA 13 og i bygg vi har anskaffet fra. Entra og Asplan Viak har, parallelt med prosjektet, utviklet og testet ut et databaseverktøy for ombrukskartlegging. Dette ble benyttet for registrering av elementer som var på lager hos Entra, blant annet i U2, sommeren 2019. Det ble også brukt for ombrukskartlegging i St. Olavsplass 5 med en gruppe studenter fra AHO, i januar 2020. Imidlertid ble det bestemt at prosjektet ikke skulle bruke denne databasen for å få informasjon til de prosjekterende, ettersom verktøyet ikke var ferdig utviklet.

I større ombruksprosjekter vil det være behov for eget IT-verktøy for å håndtere de store mengdene med informasjon om alternative brukte elementer. Slik verktøy kan forhåpentligvis på sikt kobles til prosjekteringsverktøy og BIM. Her vil sannsynligvis flere aktører måtte komme inn i verdikjeden, og det er det fritt fram til programmerere å utvikle databaserte løsninger for ombruk.

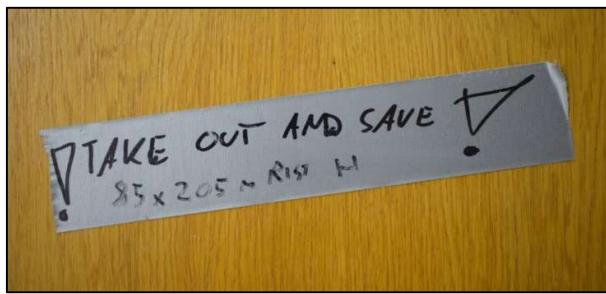


Foto: Anne S Nordby

Da prosjektet startet opp, eksisterte det ingen sentral markedslass der man kunne søke etter egnede brukte byggevarer. Prosjektet var i stor grad avhengig av å bruke sitt kontaktnett og ta direkte kontakt med prosjekter som rehabiliterer/ rive. I tillegg til at ombruksrådgiver spilte inn konkrete muligheter til prosjekteringsgruppen, fikk alle aktørene i prosjektet i oppgave å lete etter brukte produkter i sine nettverk og man dro på felles befaringer til aktuelle rive/ rehabiliteringsprosjekter. Vi fikk også bistand til å finne brukte byggevarer og kontaktpunkter for ombruk fra Resirqel fra et tidlig stadium i prosjektet, og etter hvert også fra Rehub.

Innsinti ved miljø- og ombrukskoordinator ble «navet» for oversikt og føring av lister over ombruksmaterialer inn i prosjektet. Ulike spørsmål måtte besvares før man kunne ta endelig avgjørelse om ombruk. Dette kunne være knyttet til kvalitetssikring, muligheter for bearbeiding og tilpasning, eller også formelle krav til dokumentasjon. Fra ombrukskoordinator ble informasjon utvekslet med de prosjekterende, og så koordinert med utførende. Noen

ganger ble ombruk avvist, og man endte opp med å bestille nytt isteden. Eks: dører med sparkeplater som ble avvist av visuelle grunner da sparkeplaten ikke lot seg fjerne uten å etterlate en overflate som var vanskelig å utbedre.

### **Læringspunkter, informasjonshåndtering**

- Brukte produkter som av ulike grunner ikke er aktuelle bør kunne siles ut før detaljprosjektering, og gjerne før demontering. Det er derfor hensiktsmessig å ha en sentral ombruksrådgiver/-koordinator som kan koordinere informasjon mellom prosjekterende og beslutningstakere, og ta beslutninger om muligheter på et tidlig tidspunkt.
- I større ombruksprosjekter vil det være behov for eget IT-verktøy for å håndtere de store mengdene med informasjon om alternative brukte elementer. Her er det fritt fram til programmerere å utvikle databaserte løsninger

## **8.3 KVALITETSSIKRING, DOKUMENTASJON OG ANSVAR**

### **8.3.1 Aktuelt regelverk**

Det er flere regelverk som kan gjøres gjeldende ved ombruk av byggevarer;

- Teknisk forskrift (TEK) setter krav til dokumentasjon for produkter til byggverk, slik at prosjekterende har nødvendig informasjon for å kunne anbefale produktene (nye så vel som brukte) til aktuell bruk i bygget. Det er uklart hva som er minimumskrav for denne dokumentasjonen.
- Helse- og miljøfarlige stoffer skal ut av kretsløpet. Dette ivaretas gjennom miljøkartlegging og evt. sanering iht. TEK, kapittel 9-7 Kartlegging av farlig avfall og miljøsaneringsbeskrivelse.
- Byggverforordningen (BVF, gjort gjeldende gjennom forskrift om dokumentasjon av byggevarer - DOK) setter krav ved omsetning av byggevarer. Kravene i BVF er innrettet mot produksjon og omsetning av nye produkter, og er ikke tilpasset brukte byggevarer. Intern ombruk (innen en organisasjon, f.eks. innen Entra) rammes ikke av Byggverforordningen.

### **8.3.2 KS og dokumentasjon**

I en serie arbeidsmøter i regi av FutureBuilt våren 2019, ble det rettet søkelys på kvalitetssikring, dokumentasjon og praktisk gjennomføring av ombruk av et utvalg bygningsdeler. Når det gjelder oppfylling av tekniske krav i TEK, så vil det nødvendigvis være ulike måter å kvalitetssikre og dokumentere den tekniske kvaliteten på byggevaren, avhengig av hva slags byggeware/bygningsdel og krav til bygget det er snakk om. Entra har videre engasjert advokatkontoret Kluge til å utrede risiko ved omsetning av brukte produkter. På bakgrunn av disse innspillene, har det blitt utarbeidet prosesser for kvalitetssikring og dokumentasjon for de ulike brukte bygningsdelene til KA13. Prosessene beskrives for hvert produkt i erfaringssrapporten.

De fleste brukte produkter til KA13 er produsert og omsatt første gang før ikrafttredelse av Byggverforordningen (BVF) i 2014. Regelverkets fokus var tidligere primært rettet mot sikring av byggverrens tekniske kvalitet. I noen tilfeller er det framskaffet dokumentasjon fra tegningsarkiv eller FDV-system. Første trinn er da å sjekke samsvar mellom dokumentasjonen og den brukte byggveraren. Videre er det etablert kvalitetssikringsprosedyrer for å anslå om og i hvilken grad byggveraren er i stand til å oppfylle dagens krav, og om den har forringet kvalitet og levetid. I noen tilfeller har det da vært aktuelt å foreskrive reparasjon, bearbeiding eller evt. utskifting av deler.

Disse trinnene, samt synfaring, fysisk testing og utarbeiding av nytt prosjekteringsgrunnlag har primært vært utført av fagrådgiver, evt. i samarbeid med ekstern materialekspertise/ bransjeaktør (f. eks Norsk Stålforbund, Kontrollrådet for Betong, Sintef). Der produktet har krav om spesielle sertifiseringer, har KS blitt sjekket opp mot

veiledning fra produsent og/ eller sertifiseringsinstans. Kontrollresultater fra både RIB og utførende entreprenør legges til grunn i FDV og BIM modell.

I kontrakt med byggeiere som har avhendt brukte byggevarer til Entra, er det – etter råd fra Kluge advokater – videre presisert at Entra påtar seg risikoen for direkte kostnader ved gjennomføringen av eventuelle pålegg fra Direktoratet for byggekvalitet vedrørende plan- og bygningsrettslige dokumentasjonskrav til produktene.

### **8.3.3 Tilsyn fra Plan og -bygningsetaten (PBE)**

I april 2020 kom brev fra PBE med varsel om tilsyn med produktdokumentasjon, gjeldende for vinduer, dører, glassfelt og isolasjon. PBE ba om produktdokumentasjon som viser at byggevarene i prosjektet tilfredsstiller krav i dokumentasjonsforskriften (DOK). Både for produkter som er CE-merket og for produkter som ikke er det, er kravet at vi må ha et relevant system for dokumentasjon. Brevet var rettet til funksjon som ansvarlig utførende og var stilet til Haandverkerne. Haandverkerne leverte etterspurt dokumentasjon for nye elementer. Insenti sammenstilte og leverte dokumentasjon for ombrukte elementer.

Dokumentasjonen som ble levert ifm. tilsynet var dokumentasjon overlevert fra prosjektet som elementet var anskaffet fra, men også dokumentasjon oversendt direkte leverandører som vi har hatt direkte kontakt med. Dokumentasjon relevant for omsetning (DOK) foreligger ikke nødvendigvis blant tradisjonell FDV-dokumentasjon. Dette har i mange tilfeller medført detektiv-virksomhet og mye tidsbruk.

Insenti samlet dokumentasjonen og Kluge Advokater bisto med en vurdering av status ift. krav til omsetning før innlevering. De gjorde sammen et grundig arbeid med å redegjøre for prosjektets forståelse av krav til dokumentasjon for ombrukselementene i lys av dokumentasjonsforskriften (DOK). Tilsynet ble lukket, og ifølge brev fra PBE til Haandverkerne ble det ikke funnet vesentlig avvik.

Prosjektet har opplevd god støtte i juridisk bistand for å tolke regelverket og krav til dokumentasjon for de ulike byggevarene, spesielt for byggevarer fra perioden før DOK-forskriften trådte i kraft. Et spørsmål prosjektet har reflektert over er hvor langt man bør gå i å få tak i dokumentasjon? Prosjektet har prioritert sin innsats mot kvalitetssikring av tekniske egenskaper.

### **8.3.4 Refleksjoner og videre anbefalinger**

Det er brukt mye tid og ressurser i prosjektet på arbeidet med dokumentasjon for ombrukte elementer. Entra har, sammen med Kluge advokater, adressert problemstillingen med et uklart regelverk offentlig, blant annet i form av artikler på Bygg.no og i Dagens Næringsliv. Selv om materialene er teknisk sett gode nok, oppfyller de ikke av den grunn byggevarereförordningens krav for omsetting på lovlige vis. Og dersom man ikke overholder reglene risikerer man ikke bare tilbakekalling av byggevaren – men også böter og fengsel.

Det er bakvendt at avhender av brukte byggevarer får ansvar tilsvarende produsent av nye byggevarer. Forpliktelsene i regelverket er i praksis svært vanskelig – eller umulig – å etterleve. Dette fører til at byggeiere som ønsker å la andre benytte de brukte materialene, kvier seg for å gi bort. Paradoksalt nok kommer mange nye byggevarer heller ikke med den type dokumentasjon som er nødvendig dersom produktet skal ombrukes.

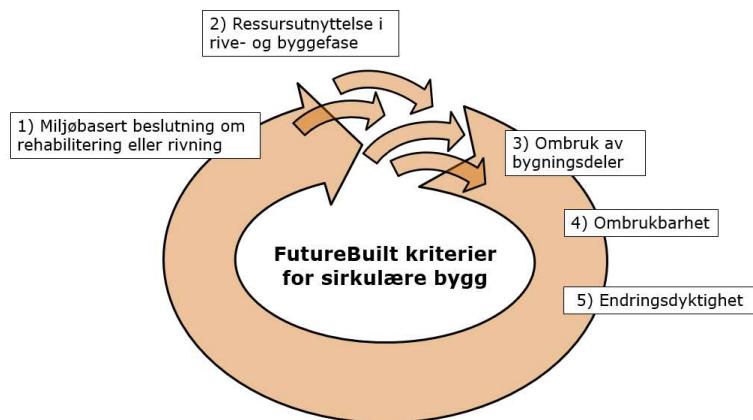
Det er nødvendig at myndighetene tar grep for regelendringer, eller finner tolkningsrom i reglene som er mer i tråd med tolkningen i andre EU-land, slik at disse bremseklossene kan fjernes. Vi håper at KA13 vil bli stående som et inspirasjonstårn. Det er opp til norske myndigheter å sikre at den stien som nå er tråkket opp ikke blir gjengrodd, og at ombruk kan bli et selvsagt valg i fremtiden.

### **Læringspunkter; kvalitetssikring, dokumentasjon og ansvar**

- Det vil være ulike måter å kvalitetssikre og dokumentere byggevarer iht. tekniske krav i TEK, avhengig av hva slags byggevarer/bygningsdel og krav til bygget det er snakk om. Samarbeid med fagrådgiver og evt. eksterne materialekspertise/ bransjeaktør kan være aktuelt. Ved spesielle sertifiseringer, bør KS-prosedyre sjekkes opp mot veiledning fra produsent og/ eller sertifiseringsinstans.
- Krav i dokumentasjonsforskriften (DOK) oppleves rigide, men samtidig er det uklart hvordan det anvendes. Juridisk bistand kan være nyttig for tolkningen. Arbeid med dokumentasjon iht. krav i DOK kan kreve mye tid og ressurser, og det stilles spørsmål til kost-nytteeffekten.
- Paradoktalt nok kommer mange nye byggevarer heller ikke med den type dokumentasjon som er nødvendig dersom produktet skal gjøres fremtidig ombrukbart.

## **8.4 ENDRINGSDYKTIGHET OG OMBRUKBARHET**

For å redusere klimagassutslipp og holde materialressurser i omløp lengst mulig, fokuseres det i stadig større grad på bevaring og transformasjon av bygningsmasse framfor riving, og på ombruk av bygningselementer når man rører. Endringsdyktighet og ombrukbarhet ved prosjektering blir dermed svært aktuelle tema. Strategier for endringsdyktighet og ombrukbarhet er beskrevet som egne punkter i FutureBuilt kriterier for sirkulære bygg, punkt 4 og 5. Selv om fokuset i KA13 primært har vært rettet mot ombruk av bygningselementer (punkt 3), har ombrukbarhet og endringsdyktighet også på ulike måter blitt implementert.



Prosjektering for ombruk innebærer å planlegge bygg på en slik måte at komponenter kan demonteres og ombrukes ved rehabilitering og riving, enten lokalt i samme bygg eller eksternt i et nytt bygg. Prosjektering for endringsdyktighet (eller tilpasningsdyktighet) innebærer å planlegge bygg på en slik måte at bygget kan endre funksjon og bruk uten store materielle inngrep. Aktuelle strategier for ombrukbarhet og endringsdyktighet vil variere fra bygningsdel til bygningsdel. Ulike funksjoner, og ikke minst forventet levetid, er avgjørende for hvilke tiltak som kan være relevante for å sikre en langsiktig god ressursforvaltning.

Det kan være enkelt, men effektfullt å planlegge for endringer fra start. Leietaker Spaces driver kontorhotell, og baserer sine kontorløsninger på endringsdyktige løsninger fordi de bygger om oftere enn andre. MAD og Scenario har sett på ulike faktorer der det tenkes sirkulært over levetiden. De implementerer dette også i andre prosjekter, og ser at det har stor verdi.

Erfaringer og diskusjon rundt ombrukbarhet og endringsdyktighet beskrives under nærmere definerte tiltak/strategi. Ettersom ombrukbarhet også har et kvantitativt krav gjennom FutureBuilt kriterium nr. 4), er det til

slutt satt opp en lister over byggevarer i KA13 som regnes som ombruksbare. Listene består av både brukte og nye elementer.

Fasiten for i hvilken grad de implementerte tiltakene vil vise seg å være nyttige får vi imidlertid ikke før det har gått noen år og evt. funksjonsendringer har gjort seg gjeldende. Forhåpentligvis vil endringsdyktige bygg føre til at bygget i framtiden kan rehabiliteres framfor å rives, og forhåpentligvis vil ombrukbare løsninger kunne gi god ressursutnyttelse av materialressursene hvis bygget (eller deler av det) rives.

#### **8.4.1 Generalitet og elastisitet**

Generalitet i bygningsmassen gir frihet til endret funksjon uten store inngrep og kostnader, og avhenger blant annet av dagslystilgang, etasjehøyder og kommunikasjonsprinsipper. Elastisitet er evnen en bygning har til å utvide eller redusere arealer innenfor en gitt geometri, for eksempel muligheter for seksjonering, tilbygg og påbygg.

KA13 er, både før og etter rehabilitering, bygget og tilrettelagt for kunnskapsbaserte arbeidsplasser. Arbeidsplassene er lokalisert i kontorer og større team-rom, og i åpne landskap. I tillegg er det fellesarealer med møte/ konferanserom og sosiale soner i 1 etg, kjeller og en takterrasse. Kjerner med vertikal kommunikasjon samt toaletter og minikjøkken er sentrert i den delen av bygget som har dårligst tilgang på dagslys. Alle kontorer, team-rom og møterom har godt fordelt dagslys, og generell tilkomst fra kommunikasjonssone slik at rom kan brukes og leies ut uavhengig av hverandre. Dette bidrar til god generalitet.

Det eksisterende bygget er påbygget med én etasje for å få plass til teknisk rom og takterrasse i 9. etg. Dette lot seg gjøre med forsterkninger av bærekonstruksjoner ietasjen under. Den generelle planløsningen gir mulighet for vertikal elastisitet og ville ha kunnet muliggjøre også flere etasjer i høyden, men dette var av andre grunner ikke aktuelt.

Etasjehøyden har imidlertid vært en begrensende faktor mtp blant annet valg av ventilasjonsløsninger. Erfaringene i KA13 tilsier at ved prosjektering av nybygg bør det generelt velges høyere etasjer, da dette vil kunne muliggjøre ulike ventilasjonsløsninger så vel som demonterbare/ boltede knutepunkter for stål uten at det går utover innslipp av dagslys.

#### **8.4.2 Fleksibilitet**

Fleksibilitet er frihet til reorganisere bruksarealet uavhengig av bæresystem/ kjerner, f. eks tilrettelegging for flytting av ikke-bærende vegger, hulltaking av dekker og energioppgradering av ytterskall. Fleksibilitet kan angå både romløsninger og enkeltelementer. KA13 er over snittet fleksibelt ift. standarden i bransjen. Ulike løsninger og bygningselementer bidrar til dette.

Stålkonstruksjoner (brukte og nye) er vurdert mtp. bolting framfor sveising, for å gi demonterbarhet. Utførelsen kom imidlertid i konflikt med etasjehøyde og vindusåpnninger for å gi tilstrekkelig lysinnslipp, og er derfor kun prosjektert og gjennomført for bakveggen i akse A som ikke har vindu.

Teglvegg mot nabobygg er murt med en kalkbasert mørtel. Kalkmørtel binder seg ikke like sterkt til teglet som sementsbaserte mørtler, og dette er en fordel den dagen veggen evt. skal demonteres og teglet renses for ny bruk. I tillegg er kalkmørtel mer hygroskopisk (fuktbufrende) og fleksibel/ elastisk (kan oppta små bevegelser) i bruk.

Tette vegger mellom kontorer er bygget opp på den måten at annenhver vegg er en fast vegg der det monteres tekniske føringer, mens annenhver vegg er en fleksibel vegg. Den fleksible veggen består av Tewo-elementer. Dette er isolerte massivtre-hulromselementer med en not/fjærfunksjon som gjør at elementene blir tette samtidig som de er enkle å montere sammen. Byggesystemet består av generiske moduler som gir kort byggetid og også mulighet for ombruk i neste runde. I tillegg er det i prosjektet montert toppsvill mot himlingen der det kan være aktuelt å sette opp nye vegger, slik at disse evt. kan bygges uten at man trenger å røre himling eller teknisk anlegg. Disse tiltakene bidrar til at innervegger og tekniske anlegg fungerer som uavhengige systemer i bygget.

Tekniske installasjoner i kontordelen følger et gjennomtenkt og gjennomgående grid, som gjør at hver modul, basert på et standard cellekontor, har eksakt samme innhold av tekniske komponenter og plassering. Dette bidrar til at fleksibiliteten opprettholdes, og at veger kan monteres og demonteres etter behov uten å måtte flytte tunge tekniske installasjoner. Ved å strengt følge et slikt system vil det alltid være tilstrekkelig luft, lys og dekning av sprinkel uansett om det er én modul eller om man slår enn sammen 3 moduler. Som nevnt over er det lagt inn i dette systemet toppsviller mot himlingen der det kan være aktuelt å sette opp nye veger både mot korridor og mellom moduler. Løsningen bidrar til stort spillerom for endringer uten av det genererer store mengder avfall ved nedriving eller kostnader for ombygging.

I kontorfronter med glass mot korridorer er det benyttet laminert glass. Laminert glass kan kappes, og dette er en fordel for å muliggjøre ombruk der man har andre høyder på veggene. I prosjektet er kontorfronter til ca én etasje basert på brukt glass som er tilpasset. Alt nytt glass som er innkjøpt er laminert, og kan dermed tilpasses ny bruk i neste runde. Dette vil bli et tema framover, også i Entras andre prosjekter.

Teppefliser er delvis anskaffet brukt, og kommer delvis fra Entras overskuddslagre. Alle teppefliser er demonterbare. De er limt til underlaget, men med et lim som gjør at flisene kan tas opp og remonteres. Noen av de brukte flisene hadde et annet system som også var demonterbart. Det besto av en festelapp i hjørnet, som kunne koble sammen fire fliser.

Gitterrister i stål fra Tøyenbadet som er brukt til rekerverk rundt lysgård, er boltet. Dette gir mulighet for demontering og evt. utskifting.

Fasadekledningen består av ulike type plateprodukter (både brukte og hentet fra overskuddslagre), og er spesielt prosjektert mtp. fleksibel innfesting. De ulike platene er kappet til en standard modul på 40x40 cm. Dette formatet ga minst mulig kapp for Cembritplatene, som hadde en bredde på 120 cm. For metallplatene var det en fordel med lite format ettersom dette ga minst risiko for bukling ved bearbeiding av platene. Platene ble skrudd til bakenforliggende horisontale lekter med 2 usynlige og 1 synlig skrue. Her kom de ulike leverandørene sammen fram til en skrue-standard som kunne brukes for alle platetypene. Fasadeløsningen som er valgt muliggjør utskifting av enkeltplater i løpet av levetiden og evt. ombruk i neste runde.

#### **8.4.3 Robuste, homogene materialer uten helse- og miljøskadelige stoffer**

Bruk av robuste materialer med lang levetid gir stor verdi sammenlignet med å bygge billig og dårlig. Utleemarkedet består i dag ofte av kontrakter med maksimalt 10 år, og endres stadig mot kortere utleieperioder. Dette innebærer mye bruk og kast hvis man ikke endrer strategiene mer i retning av sirkulære løsninger. F.eks. finnes det i kontorlokaler svært store volumer av kontorfronter i glass, ofte med dårlige kvaliteter. 10 år gamle veger skrottes vanligvis, basert på 100% lineær økonomi og tankegang. Det er vanskelig å putte lineære løsninger inn i det sirkulære når materialbruken ikke forsvarer hverken akustiske krav eller lang levetid.

Det er gjort bevisste valg i prosjektet ift. å anvende robuste og bestandige materialer. Dette gjelder også de ombrukte komponentene. Dette vil øke sjansen for at materialene vil få en lang levetid i bygget, eller at de kan ombrukes på nytt dersom det skal bygges om eller rives. Enkelte brukte produkter har blitt avvist fordi restlevetiden har blitt vurdert som for kort eller risiko for driftsutfordringer er vurdert for høy. For eksempel gjelder dette brukte hvitevarer.

Eksisterende fasade mot Kristian Augsts gate er reparert og utbedret. Noen natursteinplater ble erstattet med nye. Flisene er vasket, og reparert med nye fuger noen steder. Nye vinduer er i lakkert aluminium med integrert solskjerming som er mer robust enn tidligere løsning med utenpåliggende solskjerming. Fasaden vil være fullt mulig å vedlikeholde også i framtiden. Eksisterende pussfasade mot bakgård er også reparert, og pusset på nytt. Fasadeplatene på tilbygget er valgt med tanke på lang levetid.

Utegulvet i 2 etg består av steinplater i granitt, og gulv i 1 etg er støpt glassbetong. Disse gulvtypene har høy kvalitet og lang levetid. Glassbetong er meget slitesterkt og kan vedlikeholdes med sliping og overflatebehandling og eventuelt stedvis reparasjon, og dette kan gjentas mange ganger.

Keramisk flis på bad er et svært robust materialvalg. Samtidig er flisene limt fast til veggene, og utgjør dermed ikke en spesielt fleksibel løsning. Det er derfor valgt å føre flisene halvveis opp på veggene. Bad og toalettrom får

dermed en robust overflate bare der det er mest nødvendig. Ved evt. senere rehabiliteringer vil en mindre mengde flis gå til spille enn det som hadde vært tilfellet hvis flisene dekket hele veggene.

I kontorene er treullsegmentplatene direkte montert i himling. Installasjonene under ligger åpent, uten himlingsplater. Ettersom himlingsplater er relativt skjøre og utsatte for skader, gir dette en mer robust løsning som også forenkler vedlikehold.

Tegl er eksempel på et materiale som både er robust og har lang teknisk levetid, og som også kan mures på en slik måte (med kalkmørtel) at komponentene er ombrukbare i flere generasjoner bygg.

Homogene materialer, der alle bestanddeler består av samme materiale, har den fordelen at materialet slites jevnt og at man ikke trenger å separere bestanddeler ved avfallsbehandling. Heltre er et homogent materiale som er valgt til f.eks. gulv og innredninger. Tregulv i 1 etg (oppøyede områder ved inngang/resepsjon) består av parkett. Dette er slitesterkt, og kan vedlikeholdes med sliping og overflatebehandling som kan gjentas mange ganger. Tremmegulvet på terrassen i 8 etg. er også heltre. Tewo-vegger består av en kombinasjon av heltre og trefiber.

Overflatebehandlinger er unngått der dette ikke er nødvendig for å redusere videre slitasje eller nedbrytning av materialene. Eksisterende yttervegger mot nabo i 2-8 etg. er bare pusset ned og støvbundet. Veggene har dermed fått en robust utførelse som tåler en trøkk.

Bruk av helse- og miljøskadelige stoffer er generelt unngått. Foruten at dette gir en miljøfordel i seg selv, bidrar det til enklere avfallsbehandling og evt. ombruk i neste runde.

#### **8.4.4 Tilgjengelig dokumentasjon**

Merking av ombrukte elementer er gjennomført på den måten at de utførende har angitt de ombrukte elementene på tegninger, og prosjekterende har deretter tagget disse elementene i 3D-modellen med en egen «tag» som angir at elementet er ombrukt. I tillegg tagges alle ombrukte elementer iht. et tverrfaglig merkesystem med TFM-nummer. Elementet har via TMF-nummeret en direkte link til FDV-systemet, der dokumentasjon om alle produktene er samlet. Dokumentasjonen består blant annet av produktinformasjon, monteringsanvisning og vedlikeholdsråd, EPD-er/ miljøinformasjon, samt ytelseserklæring og CE-merke der dette er relevant. Hensikten med innsamling av dokumentasjon for de ombrukte elementene har blant annet vært å vise samsvar med TEK og byggevaredirektivet (DOK).

#### **8.4.5 Produsentavtaler, tilbaketaksordninger, bearbeiding hos leverandør mm**

Underveis i prosjektet har det vært ført dialoger med ulike leverandører angående mulighetene for å inngå spesielle avtaler som kan fremme sirkulære materialstrømmer. Prosjektet kjenner til at det i andre land, f.eks. Nederland, er mulig å inngå leasingavtaler for elementer slik at leverandøren beholder eierskap til produktene og også er ansvarlig for vedlikehold og utskiftinger. Denne forretningsmodellen vil kunne bidra til bedret ressursøkonomi, ettersom leverandøren vil få incentiver til å ivareta produktene på best mulig måte. Kjente leasingavtaler er knyttet til teppefliser (*Interface*), belysning (*Philips*) og heis (*Mitsubishi*). Ingen av disse produsentene/ leverandørene har imidlertid tilsvarende tilbud i Norge.

De eksisterende systemveggene i KA13 var i relativt god stand, men ombruk var likevel ikke mulig pga. lydkrav. En tilbaketaksordning med leverandøren *Modulvegger* ble undersøkt, men dette var ikke aktuelt da de ikke hadde noe system for å håndtere salg av brukte produkter. Moduler som må omarbeides eller demonteres for å sette inn annet glass ville bli dyrere enn å produsere nytt, så det totale regnestykket ville være avhengig av hvor stor andel som kan ombrukes uten å måtte gjøre noen bearbeiding. Det ble isteden pekt på en distributør av brukte systemvegger; *Gjenbruksgiganter*.

I forbindelse med bruk av restopplag av keramisk flis fra Bergersen flis på bad/toalettrom satt prosjektet igjen med et overskudd. Etter avtale med Bergersen flis ga prosjektet dette videre til Höegh eiendom som ønsket å bruke de på tilsvarende måte i KA23.

Prosjektet har også undersøkt muligheter for å få reparert og tilpasset brukte produkter hos opprinnelige eller nye leverandører. Dette gjelder eksisterende vinduer fra KA13, vertikale lamellgardiner hentet fra DEG8, samt systemvegger og glassfronter.

De eksisterende vinduene i KA13 var ikke aktuelle å ombruke pga. dårlig treverk og manglende tetthet rundt karmen, men det ble tatt kontakt med flere leverandører som kunne levere nye vinduer basert på eksisterende isolerglass. Windusprodusenten *Ventilasjonsvinduet* i Danmark og *Troll Trevarefabrikk* i Larvik kunne begge levere dette, men til en høyere pris enn nye vinduer. Generelt utgjør glasset bare ca. 12-14% av produksjonskostnadene, og kostnad for demontering av glass fra ramme er da ikke innregnet. Det ble også vurdert å bruke isolerglasset som utvendig kledning i nybygg. I skisselfase ble det utviklet konsepter for dette, og det ble også diskutert med fasadeleverandøren *StoVentec*. Det ville da tilkomme prosessering for å tilfredsstille krav til sikkerhetsglass, f.eks. foliering av glasset som skal ombrukes, samt nytt opphengssystem. Det ble av ulike grunner gått bort fra disse konseptene.

Den opprinnelige produsenten av lamellgardinene som ble demontert fra DEG8 hadde trolig ikke fått en forespørsel om ombruk før, og var tydelig på at omsyng av gardiner og tilpasning av skinner osv. ville bli vesentlig dyrere enn å kjøpe nye produkter. Dette ble det imidlertid uansett ikke aktuelt å gå videre med.

Det ble gjort flere forsøk med ombygging av brukte kontorvegger/ glassfronter, men det viste seg å være vanskelig å få tak i glass som kunne overholde lydkravene i prosjektet. I tillegg var man avhengig av at høyden på glasset stemte med høydene i KA13, eller at glasset var laminert (ikke herdet) slik at det kunne kappes. På Refstad skole var det store mengder glass med bra nok lydkvalitet. Bedriften *Bruktrom* jobbet med løsninger for å sette dette glasset i nye rammer, men de aktuelle feltene var litt for korte til at det kunne gi et tilfredsstillende resultat. Det ble *CreoNordic* som leverte kontorfronter til slutt, i en kombinasjon av nytt og brukt glass og med 25 brukte glassdører. CreoNordic leverte også glassrekker som inkluderte brukte glassfelt fra St. Olavspllass 5.

#### 8.4.6 Ombrukbare elementer

Gjennom FutureBuiltts kriterier for sirkulære bygg (v2, 2020), er det krav om at 10 % av tilførte elementer i rehab-prosjekter er ombrukbare. Ombrukbarhet kan angå både brukte og nye elementer som er tilført prosjektet. Dokumentasjonskravene for et ombrukbart element er:

- Ved prosjektering av sirkulære bygg må det gjøres rede for hvordan strategier for ombrukbarhet er anvendt. For at en komponent skal kunne regnes som ombrukbar, må det som et minimum anvendes:
  - Robuste og homogene materialer uten helse- og miljøskadelige stoffer
  - Reversible forbindelser mellom komponenter slik at de kan demonteres uten skade
  - Lagdelt konstruksjon slik at komponenter kan demonteres uavhengig av tilliggende lag
- For at en komponent skal kunne regnes som ombrukbar må det være tilgjengelig følgende informasjon:
  - FDV dokumentasjon
  - EPD (der det finnes)
  - Informasjon om bygesystemet med anvisning for demontering
  - Entydig merking av komponenter (der det er mulig og relevant)
  - Merkede, synlige og tilgjengelige festepunkter (der det er relevant)

Det er under satt opp to lister over byggevarer i KA13 som kan regnes som ombrukbare. Den ene listen består av elementer der ombrukbarhet har vært i fokus og blitt spesielt behandlet, og den andre listen består av elementer der ombrukbarhet er vanlig løsning for denne typen element. Når det gjelder f.eks. vinduer/ dører, sanitærutstyr og radiatorer, så monteres dette vanligvis på en måte som gjør elementene demonterbare. Hvis da elementene i tillegg består av robuste og homogene materialer uten helse- og miljøskadelige stoffer, og har produktdokumentasjon, kan det regnes som ombrukbart.

Kap. 8.4, spesielt 8.4.2 – 8.4.5, gjør rede for hvordan strategier for ombrukbarhet er anvendt i prosjektet. Som beskrevet i kap. 8.4.3, så består generelt de tilførte elementene som er benyttet i prosjektet av robuste materialer og de er uten helse og miljøfarlige stoffer. Det er imidlertid brukt ulike løsninger for montering. Noen

elementer har fullt ut reversible forbindelser og lagdelt konstruksjon slik at komponenter kan demonteres uavhengig av tilliggende lag, mens andre elementer ikke - eller bare delvis - tilfredsstiller dette kriteriet.

Når det gjelder informasjon/ dokumentasjon, er som beskrevet i kap. 8.4.4, alle elementer (brukte og nye) tagget i BIM-modell og har FDV-dok. Dette regnes som godt nok for framtidig intern ombruk i Entra. Spesiell dokumentasjon for omsetning av elementene til eksterne iht. DOK er ikke regnet som relevant, ettersom Entra primært ønsker å ombruke egne elementer i samme bygg eller i andre bygg i egen bygg-portefølje. Det er heller ikke et generelt krav om dokumentasjon iht. DOK i FutureBuilt- kriteriene for sirkulære bygg.

Produkter som har blitt nedsirkulert, regnes ikke med som ombrukbare elementer. F.eks. gjelder dette himlingsplater brukt som akustisk demping over treullsementplater. Himlingsplatene er tilpasset og dyttet på plass mellom lektene. De har derfor nå en annen kvalitet enn opprinnelig.

Dokumentasjon er et vanskelig punkt mtp. ombrukbarhet. Metallrør (varmerør og sprinklerør) er eksempel på et produkt som i seg selv har lang levetid og er demonterbart, men det er ikke vanlig at disse elementene leveres med en dokumentasjon som gjør det mulig å omsette for ombruk senere. Slik situasjonen er per i dag ses metallrørene kun som ombrukbare innenfor Entras organisasjon.

<b>Ref. kap.</b>	<b>Bygningsdel</b>	<b>Komponent</b>	<b>Meng- de</b>	<b>En- het</b>	<b>Begrunnelse for ombrukbarhet</b>
2.5	Fasade-elementer	Cembrit, Metall og Steni Skillevegger	5394	stk	Demonterbare, festet med skruer. Fleksibelt format for ny anvendelse.
2.6.	Ikke-bærende yttervegger	mellan kontorer:	ca.		Produktet er utviklet for enkel montering og-demontering. Det inneholder ingen miljøgifter, og er enkelt å bearbeide og reparere
1	Ikke-bærende innervegger	Tewo Kontorfronter i glass	125	m2	Laminert glass kan kappes; dette muliggjør bearbeiding og ombruk
2.7			400	m2	
2.9.			ca.		
3	Gulvoverflate	Teppeflis	2200	m2	Limt til underlaget med demonterbart teppelim/ tape
2.10			ca.		
.2	Himling	Treullsementplater	1500	m2	Skrudd til lekter, demonterbart
2.12					Gitterrister er bevart i hele formater og festet med bolter til rammeverket; demonterbare
.1	Rekkverk	Rekkverk med gitterrister	38	Stk	
	Stål-konstruksjoner	Søyler, bjelker, vindfagverk	ca. 15		Stål er boltet i bakveggen i akse A, og dette er fullt demonterbart.
4.2			000	kg	
4.3	Ikke-bærende yttervegger	Teglstein	135	m2	Murt med kalkmørtel; kan demonteres og renses
	Overflate, sittebåser og kinorum		ca.		Spiler er skrudd i eksisterende borehull. Det ble vurdert ulike alternativer med å tette hullene, men det ble bestemt å beholde hullene slik de er, og heller gjøre tiltak på plassen
3.4			760	lm	Ligger på pidestaller i plast, ikke fastskrudd. Pidestallene kan også ombrukes da de både er slitesterke og regulerbare i høyden
7.2.	Yttertak/ terrasse	Trespiller Fasadestein i granitt brukt som terrassegulv	85	m2	Ligger på pidestaller i plast, ikke fastskrudd. Pidestallene kan også ombrukes da de både er slitesterke og regulerbare i høyden
1			ca.		
7.2.	Yttertak/ terrasse	Tremmegulv	100	m2	
2					

Elementer i KA13 der ombrukbarhet har blitt spesielt behandlet i prosjektet, og som er inkludert i ombruksregnestykket.

<b>Ref.</b>	<b>kap.</b>	<b>Bygningsdel</b>	<b>Komponent</b>	<b>Begrunnelse for ombrukbarhet</b>
	2.3	Ikke-bærende yttervegger	Alle vinduer og fasadeglass	Vinduer og fasadeglass er generelt de- og remonterbare
	2.8	Ikke-bærende innervegger	Dører, ulike typer	Dører er generelt de- og remonterbare
	2.12.	Innv. rek verk, 3 håndlister	Rekkverk av glass og stål	Glass er festet med klemmer, og er demonterbart
	3.2.2	Innervegg	Trepanel	Panel er skutt med dykkertspiker, kan de- og remonteres
	3.5	Innredning	Kjøkkenskap	Kjøkkenskap er de- og remonterbare
	3.7.1	Innredning	Garderobeskap	Garderobeskap er de- og remonterbare
	3.6	Innredning	Auditoriestoler	Auditoriestoler er de- og remonterbare
	3.7.5	Innredning	Reflektorer	Reflektorer er de- og remonterbare
	4.2	Stål-konstruksjoner	Søyler, bjelker, vindfagverk	Sveiset stål er også ombrukbart dersom man skjærer løs deler, noe prosjektet har vist.
	4.6	Frittstående dekker	Hulldekker Ståltrapp mellom 8. og 9. etg.	Prosjektet har vist at hulldekkelementer er ombrukbare, til tross for at dette ikke er spesielt planlagt i prosjektering.
	4.7	Intern trapp	Servanter og toaletter	De- og remonterbar
	5.2	Sanitærutstyr	Radiatorer	Servanter og toaletter er generelt de- og remonterbare
	5.3	Oppvarming		Radiatorer er generelt de- og remonterbare
	5.4	Brann-slangeskap	Brannslangeskap	Brannskap er generelt de- og remonterbare
	5.7	Tilluft/kjøling	Kjølebafler	Kjølebafler er generelt de- og remonterbare
	6.2	Elektriske installasjoner	Kabelbaner	Kabelbaner er de- og remonterbare
	6.3	Elektriske installasjoner	Veggkanaler	Generelt de- og remonterbare
	6.4	Elektriske installasjoner	Stikk, trippel	Generelt de- og remonterbare
	6.5	Belysning	Div armaturer	Generelt de- og remonterbare
	7.3.2	Yttertak/terrasse	Rekkverk	De- og remonterbart

Elementer i KA13 der ombrukbarhet er vanlig løsning. Elementene er ikke inkludert i ombruksregnestykket fordi elementene ikke er behandlet spesielt i prosjektet for å gjøre ombrukbarhet realiserbart og/eller det utgjør så liten vektprosent at regnstykket ikke påvirkes.

## 8.5 KOSTNADER

### 8.5.1 Studentarbeider

Tre bachelorstudenter på Oslo Met (Katja Jødal, Audun Hansveen og Erland Hall) har sammenstilt kostnadsbildet for fire ombrukte elementer: Stålkonstruksjoner, vinduer, kjølebafler og himlingsplater. Fagrådgivere og utførende for de ulike bygningsdelene har gitt innspill til grunnlaget for vurderingene. Det presiseres at dette er basert på anslagsvise tall og ikke inkluderer kostnader for prosjektledelse, dokumentasjon og prosjektering. Resultater fra kostnadsanalysene er oppgitt under de aktuelle avsnitt.

Kostnadsanalysene hadde et varierende resultat: Prisforskjell mellom nytt og brukt varierte mellom 66% besparelse for ombruk av kjølebafler og 63% fordypende for ombruk av himlingsplater.

Studentene har videre diskutert resultatene ift. ulike aspekter:

- Det kan være vanskelig å sammenligne pris på nytt produkt med en ombruksprosess, ettersom ulike faser i ombruksprosessen gir ulik input til kostnadene. Dersom man kan kjøpe brukte bygningsdeler på lik linje som nye, for eksempel fra en materialbank eller ombruksdatabase, er det enklere. vinduerne som ble kjøpt fra Resirql hadde kun transport som en ekstra utgift i tillegg til prisen for byggevarer. Himlingsplatene hadde derimot mange flere etapper som utgjorde kostnadene, i tillegg til prisen for platene.
- Transport og lagring vil kunne utgjøre en vesentlig andel av kostnader for et byggprosjekt. Her kan det bli en stor forskjell for nye og brukte elementer, spesielt ved lokal ombruk der bygningselementene nødvendigvis ikke trenger å bli fraktet til mellomlagring eller bearbeiding. Dersom man er avhengig av ekstern lagerplass, kan derimot kostnader for transport av brukte elementer bli stor.
- Etterbehandling er også en ekstra utgift som oppstår spesielt for brukte byggevarer. Noen elementer krever for eksempel at de bearbeides etter at de har blitt demontert, slik at de kan oppnå den kvaliteten som forskrift og ny bruk krever. Stålkonstruksjonen måtte for eksempel kvalitetssikres ved scanning og destruktiv testing, noe som utgjorde en stor andel av totalprisen for stålet. Dersom det i fremtiden kommer spesialister på banen som effektiviserer prosessene med kapasitetstesting og redokumentasjon, kan disse kostnadene bli redusert.
- Kostnadene for montering kan også være aktuelt å sammenligne. For noen elementer vil monteringen være den samme, blant annet for vinduer. For andre elementer vil monteringen av brukte elementer være mer komplisert sammenlignet med nye. Et eksempel er himlingsplatene på KA13 som ble brukt som støydemping i underkant av hulldekken. De er vurdert til å ha samme effekt som mineralull, men monteringstiden er antatt å være 65 % lengre. Det at man finner alternative løsninger ved å benytte ombruk, gjør at det i noen tilfeller kan bli mer omfattende montering. Vi ser likevel fra kostnadsvurderingen at for de fleste elementer vil monteringen være tilnærmet lik. (Jødal, Hansveen og Hall, Oslo Met Bachelor oppgave 2020).

Ekstra tid til prosjektering og prosjektledelse er ikke medtatt i disse beregningene.

### 8.5.2 Øvrige kostnadsvurderinger

Som studentberegningene viser, har kostnader knyttet til ombruk oppstått i ulike faser for ulike produkter. En stor kostnadspost, som ikke er reflektert i studentoppgavene, er ekstra tid til prosjektering og prosjektledelse. En inkludering av dette ville derfor gitt høyere kostnader for elementene enn det som er beregnet. Tidsbruken internt i prosjektet har vært spesielt høy når det gjelder stål, hulldekker og tegl, ettersom dette har krevet mye ekstra oppfølging.

I studentoppgaven fra OsloMet er det benyttet en pris på anskaffet ombruksstål på ca. 86 kr/kg. Det viste seg imidlertid at kostnaden for ombruksstålet ble høyere, opp mot 100 kr/kg. I dette tallet inngår også etter ombruksstål, innkjøp, demontering, scanning/ testing, bearbeiding, mellomlagring, transport og montering. I tillegg kom ekstra tid til prosjektering (RIB) og prosjektledelse.

Under er det satt opp en tabell der resultater fra studentoppgaven mtp vinduer, himlingsplater og kjølebafler er sammenstilt med prosjektets beregninger av kostnader for stålkonstruksjoner.

	Mengde	Enhetspris, ombrukt element	Enhetspris, nytt element	Prisforskjell
Vinduer <sup>1</sup>	1588x1488 mm - 16stk	Ca. 6 017 kr/stk	Ca. 14 414 kr/stk	Ca. 59 % besparelse
	1588x2188 mm - 12stk	Ca. 8 336 kr/stk	Ca. 21 195 kr/stk	Ca. 61 % besparelse
Himlingsplater <sup>1</sup>	Ca. 3 321 m <sup>2</sup>	Ca. 228 kr/ m <sup>2</sup>	Ca. 140 kr/ m <sup>2</sup>	Ca. 63 % fordyrrende
Stålkonstruksjoner <sup>2</sup>	Ca. 45 000 kg	Ca. 100 kr/kg	Ca. 67 kr/kg	Ca. 49 % fordyrrende
Kjølebafler <sup>1</sup>	138 stk	Ca. 1 840 kr/stk	Ca. 5 405 kr/stk	Ca. 66 % besparelse

Resultater fra kostnadsberegninger for vinduer, himlingsplater, stålkonstruksjoner og kjølebafler.

<sup>1</sup> Utført av studentene ved OsloMet (Jødal, Hansveen og Hall, Oslo Met Bachelor oppgave 2020)

<sup>2</sup> Utført av ombruksteamet, KA13

Estimert kostnad for hulldekkene ble ca. 5-6 ganger ny pris for hulldekker, og da er heller ikke ekstra tid til prosjektering og prosjektleddelse medregnet. Samtidig vet vi at ombruk av stål, hulldekker og tegl gir høy miljøeffekt, ettersom dette er materialer med høy miljøbelastning i produksjon. Disse materialene utgjør også store deler av de nasjonale byggavfallsmengdene. Det er derfor ekstra viktig at vi «går opp løypa» for disse elementene.

Ombruk av andre elementer har tatt mindre ekstra tid.

Det kan være interessant å se mer på detaljer rundt kostnader for ombrukslementer, og spesielt se på hvilke faser og ved hvilke aktiviteter kostnadene oppstår. Når det gjelder metodikk for dette, så bør kostnader i demonteringsfasen legges til som kostnad bare i den grad demonteringen for ombruk representerer en større kostnad enn vanlig riving (som uansett skal gjennomføres). Kostnad (eller evt. gevinst) for unngått avfallsbehandling bør trekkes fra ved ombruk. En gjennomgang av prisforskjellene – og også forskjellene i miljøpåvirkning - mellom brukt og nytt kan danne grunnlaget for å se på «lavthengende frukter» for ombruk av ulike byggevarer.

Forhåpentligvis vil man uansett kunne dra nytte av erfaringene neste gang, og gjennomføre mer rasjonelle prosesser. Dersom ombruk i fremtiden blir mer industrialisert, vil det gi et positivt utslag for kostnader ved ombruk. Dessuten, dersom klimagassutslipp i større grad hadde en prislapp, ville f.eks. ombruk av hulldekker kunne lønne seg selv om det er kostbart i dag.

### 8.5.3 Støttemidler

Prosjektet har fått noe støttemidler til ekstra prosjektering- og byggekostnader gjennom FutureBuilt. Midlene stammer fra Miljødirektoratets program *Klimasats*. Imidlertid har størrelsen på støtten ikke på langt nær dekket inn alle ekstra kostnader som har oppstått som følge av satsingen på et fullskala ombruksbygg.

I 2019 ble det søkt om støtte fra Enova, under programmet: *Beste tilgjengelige teknologi i eksisterende bygg*. Predefinerte tiltak for energireduksjon var blant annet etterisolering av yttertak, utskifting av vinduer og ombygging til mengderegulert varmesystem. Søknaden nådde imidlertid ikke opp i konkurransen og ble avslått.

Parallelt med KA13-prosjektet, har Enova inkludert ombruk som et mulig tiltak for klimagassreduksjoner i byggeprosjekter og tilknyttede konseptutredninger. På grunnlag av dette, søkte Mad arkitekter om støtte til å utarbeide en rapport som trakk på erfaringer fra flere ombruksprosjekter. Ettersom målsetningen med denne utredningen delvis overlappet med målsetningene i erfarringsrapporten fra KA13, inngikk vi et samarbeid om fordeling av innsats og timer. Deler av denne rapporten er dermed støttet gjennom konseptutredningen «Gjenbruk – den konvensjonelle retningen» som vil bli ferdigstilt i 2021. Mad sitt bidrag til beskrivelser av ARK-emner samt illustrasjoner har vært dekket av Enova-rapporten, og også ombruksrådgivers timer knyttet til oppsummeringskapittelet. Disse delene inngår samtidig som underlag / tema notat i konseptutredningen.

Spørsmålet er om støttemiddelapparatet per i dag er kraftig nok for å igangsette ombruksprosjekter? Spørsmål ble tatt opp på et kontaktmøte med FutureBuilt, og det foreløpige svaret er vel et klart nei. Ekstrakostnadene ved prosjektering, administrasjon, kvalitetssikring, dokumentasjonsinnhenting og bygging av ombruksprosjekter overgår vanlige kalkyler, og er avhengig av eksterne midler dersom ombruk og sirkulære løsninger skal kunne oppskaleres fra pilotbygg til alminnelig industrielt byggeri.

### 8.5.4 Samfunnsøkonomi

Samfunnsøkonomisk effekt har fått lite omtale i diskursen om sirkulære bygg og byer. I forbindelse med utvikling av KA13 er det utviklet flere prinsipper for sirkulær økonomi som forventes å ha betydelig samfunnsøkonomisk verdiskaping i form av blant annet nye næringer og lokale arbeidsplasser når ombruksmaterialer tas i bruk.

Ett eksempel er etablering av nytt bygulv. Etter dagens praksis produseres ofte granitheller i Asia for deretter å bli fraktet til Norge. I forbindelse med utvikling av KA13 benyttes isteden brukt fasadestein fra nærliggende bygg til nytt bygulv. Demontering, frakt og tilpasning skaper nye arbeidsplasser.

Et annet eksempel er jordblandingen som benyttes på takene. Dagens jordblanding er ofte torvbaserte. Jordblandingen som benyttes i prosjektet er fri for energintensiv leca og miljøverstingen torv, og inneholder isteden kompost laget av slakteriavfall. Dette er avfall som har blitt til ressurs og som bidrar til lokal verdiskaping.

Det er i prosjektet etterspurt nye tjenester hos en rekke leverandører knyttet til å ta i bruk og tilpasse brukte materialer. Håndløpere i tre fra Tøyenbadet har blitt brukt til amfitrapp, og gamle kulelamper fra St Olavsplass 5 har blitt bygget om med ny LED-innmat til bruk i resepsjonen. Disse enkelprosjektene har hver for seg ikke nødvendigvis vært lønnsomme, men etterspørselen etter disse tjenestene kan være opptakten til etablering av nye virksomheter og forretningsmodeller som er mer i tråd med sirkulær tankegang. Miljøgevinstene av tiltakene er i seg selv enorme, men prosjekter som KA 13 forventes også å ha en betydelig samfunnsøkonomisk effekt gjennom å skape lokale arbeidsplasser når ombruksmaterialer tas i bruk. Selv om samfunnsøkonomisk effekt ikke har vært en del av oppgaven, bør temaet løftes som en sentral del av fremtidige ombruksprosjekter.



Sirkulære løsninger bidrar til store miljøgevinster, og forventes også å ha en betydelig samfunnsøkonomisk effekt gjennom å skape lokale arbeidsplasser når ombruksmaterialer tas i bruk.

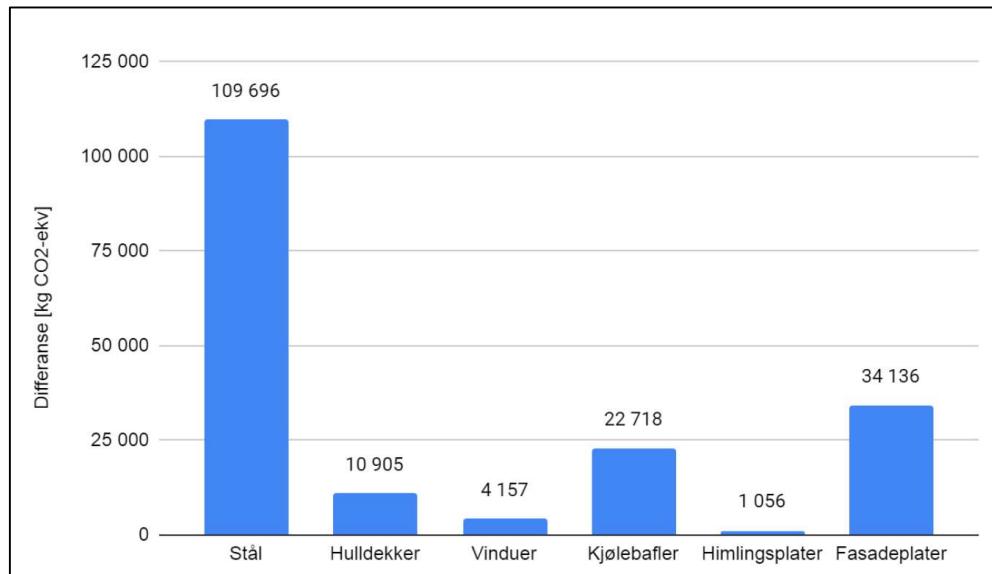
## 8.6 MILJØVURDERINGER

### 8.6.1 Studentarbeider

To masterstudenter på NTNU (Vilde Vår Høydahl og Hanna Walter) har – samtidig med byggeprosessen i 2020 - beregnet miljøeffekter for seks ombrukte elementer: Stålkonstruksjoner, huldekker, vinduer, kjølebafler, himlingsplater og fasadeplater. Fagrådgivere for de ulike bygningsdelene har gitt innspill til grunnlaget for vurderingene. Resultater fra miljøanalysene er oppgitt under de aktuelle avsnitt, og i tabellene under.

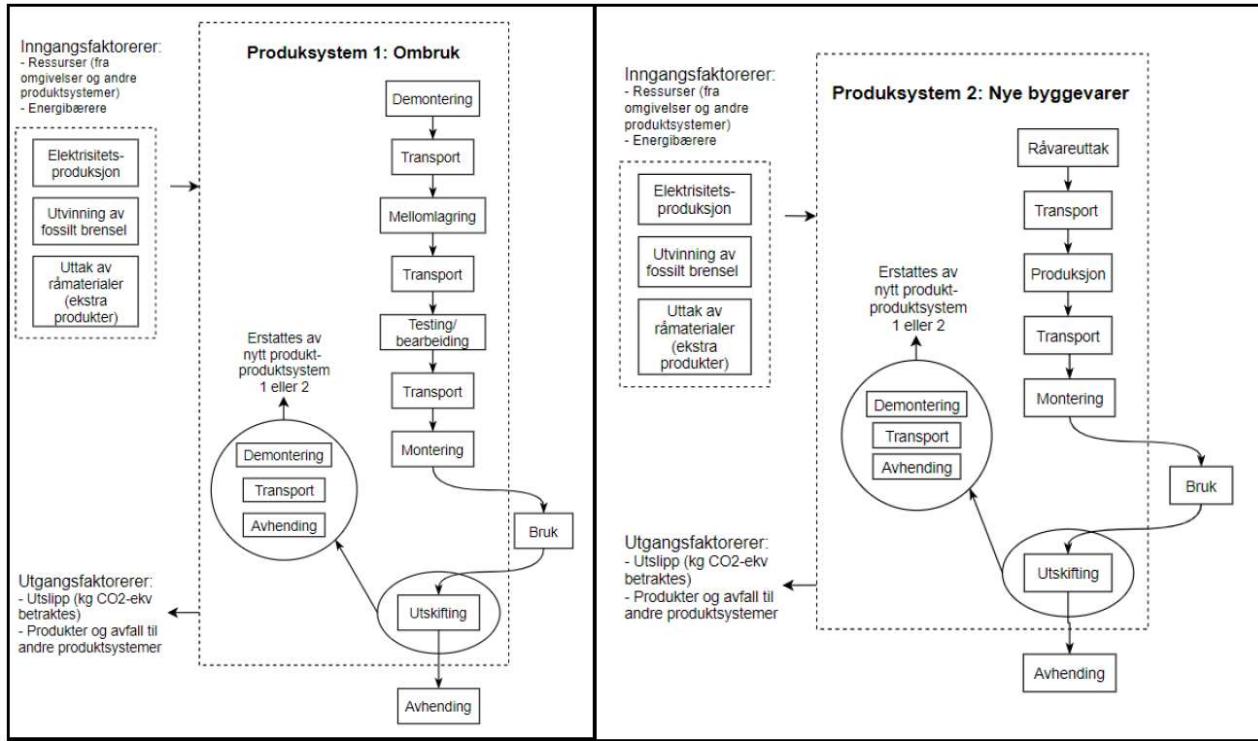
Materialkategori	Utslipp per enhet ombruk [kg CO <sub>2</sub> -ekv/enhet]	Utslipp per enhet nytt [kg CO <sub>2</sub> -ekv/enhet]	Enhet	Besparelse
Stål	0,07	2,5	kg	97%
Hulldekker	13,9	124,9	tonn	89%
Vinduer	13	161,5	stk	92%
Kjølebafler	8,9	173,4	stk	95%
Himlingsplater	0,01	0,65	m <sup>2</sup>	98%
Fasadeplater	1,4	50,7	m <sup>2</sup>	97%

Besparelse i kg CO<sub>2</sub>-ekv/enhet for de analyserte materialkategoriene i fase A1-A4. (Høydahl og Walter 2020)



Oversikt over utslipsbesparelser av ombrukte produkter i KA13 sammenlignet med nye alternativer, fase A1-A4. (Høydahl og Walter 2020)

Beregningene viser store besparelser i klimautslipp for alle elementene (89-98%), sammenlignet med innkjøp av nytt. Sammenlagt viser resultatene at ombruksprodukter innenfor disse materialkategoriene har resultert i en besparelse på totalt 186 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Systemgrenser for beregningene er vist og kommentert nedenfor.



Flytskjema for analyserte produktssystemer. Systemgrensen er markert med stiplet linje (Høydahl og Walter 2020).

Klimagassutslipp har oppstått i ulike faser av ombruksprosessene. Det er i oppgaven valgt å regne med demontering av brukte elementer som en del av miljøpåvirkningen for ombruk, da det er antatt at elementene ville vært demontert eller revet på annet vis dersom det ikke var planlagt for ombruk. Videre er det inkludert; transport, mellomlagring, testing og bearbeiding. Det er f.eks. sett at oppvarming av lagerlokaler bidrar med en merkbar mengde av utslippene fra blant annet ombruksinduene og kjølebaflene.

Reduksjon av klimagassutslipp over analyseperioden på 60 år svært avhengig av hvilke scenarioer for utskifting som ligger til grunn for beregningene. Dersom en ser på et best tenkelig scenario, hvor alle utskiftninger gjøres med ytterligere ombruksprodukter, vil totale besparelser for prosjektet være på 210 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Til sammenligning vil et verst tenkelig scenario, hvor alle ombrukte produkter skiftes ut med nye produkter i løpet av levetiden, tilsvare besparelser på 149 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Ved å kun betrakte produksjon av materialer (fase A1-A3) og transport til byggeplass (A4), er de samlede besparelsene anslått til å være 186 tonn CO<sub>2</sub>-ekv., altså et sted mellom.

Vinduene er et eksempel på at løsningen har blitt annerledes med ombruksprodukter. På grunn av høyere U-verdi på ombruksinduene sammenlignet med nye vinduer, er det benyttet ekstra isolasjon i veggen. Miljøpåvirkningen fra den ekstra isolasjonen er medregnet for brukte vinduer.

Løsningene som er valgt i KA13 er ikke nødvendigvis generaliserbare. Studentene påpeker dessuten at det kan tenkes at hva som regnes som mulig og hensiktsmessig ift. ombruk i dag vil kunne endre seg i årene som kommer. Imidlertid; jo flere spesifikke eksempler en har på beregninger av miljøeffekt ved ombruk, jo større grunnlag vil en sannsynligvis ha til å si noe om miljøeffekt på et overordnet nivå. (Høydahl og Walter, NTNU Masteroppgave 2020)

### 8.6.2 Metodikk for miljøanalyser ved ombruk

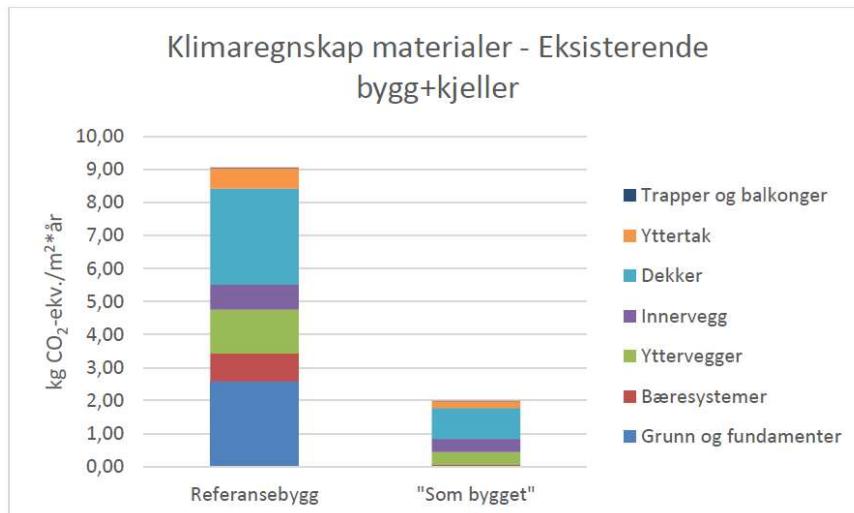
Miljøanalyser ved ombruk er et relativt nytt felt, og metodikk for dette er ikke vel etablert. Metodikk ved ombruksanalyser har derfor vært et diskusjonstema underveis, noe FutureBuilt og eksterne rådgivere utenfor prosjektet også har vært involvert i.

Systemgrensene som er brukt i studentoppgavene samsvarer ikke fullt ut med systemgrenser bruk i f.eks. miljødeklarasjoner for produkter (EPD-er). Demontering av et element og transport ifm. avfallsbehandling regnes i en EPD som del av avfallsfasen for produktet. Demontering for ombruk av et element vil derfor kun være relevant å inkludere i en ombruksprosess dersom det er demontert på annet vis enn det ville vært i en normal riveprosess. I hvilken grad demontering for ombruk er ulikt vanlig riving vil variere mellom komponenter; F.eks. vinduer demonteres og fraktes vanligvis hele ut fra en riveplass, mens demontering av betonelementer krever helt andre, og mer miljøbelastende, tiltak dersom de skal kunne ombrukes. Man kan si at metodikken som studentene har brukt gir et konservativt bilde av situasjonen, og at man sånn sett holder seg godt innenfor marginene.

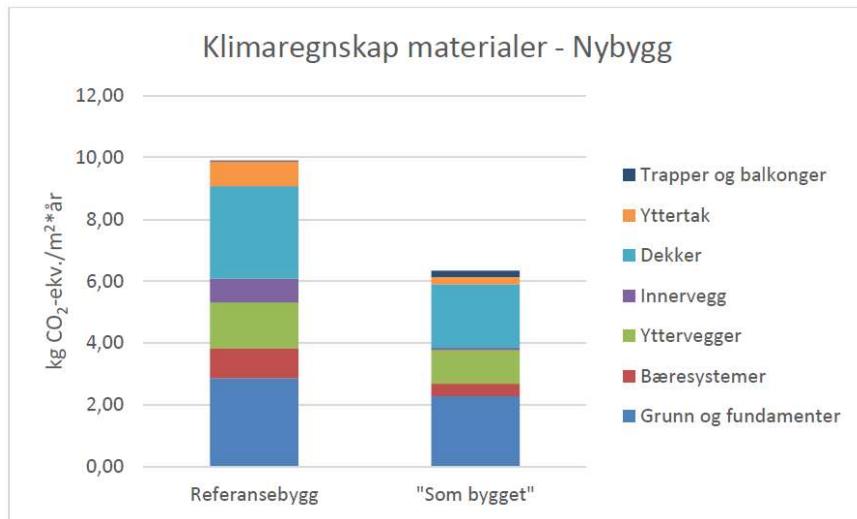
Miljøberegninger knyttet til ombruk forutsetter tidkrevende datainnsamling knyttet til prosessene i ulike faser. Basert på resultatene fra studentarbeidene så vel som tidligere studier knyttet til miljøvurderinger ved ombruk (f.eks. Nordic Built Component Reuse, 2016<sup>1</sup>), ble det i samråd med FutureBuilt gjort forenklinger av metodikken for øvrige ombrukselementer i prosjektet. Istedenfor å beregne utslipp knyttet til demontering, transport, lagring osv. av hvert enkelt element, ble det generelt antatt et gitt prosentvis utslipp knyttet til disse prosessene. Denne prosenten ble satt konservativt til 80% av utslippene for et nytt produkt. Sammenlignet med resultatene fra studentoppgaven der besparelser i klimautslipp varierte mellom 89 og 98%, gir dette god margin for avvik.

### 8.6.3 FutureBuilt klimagassregnskap

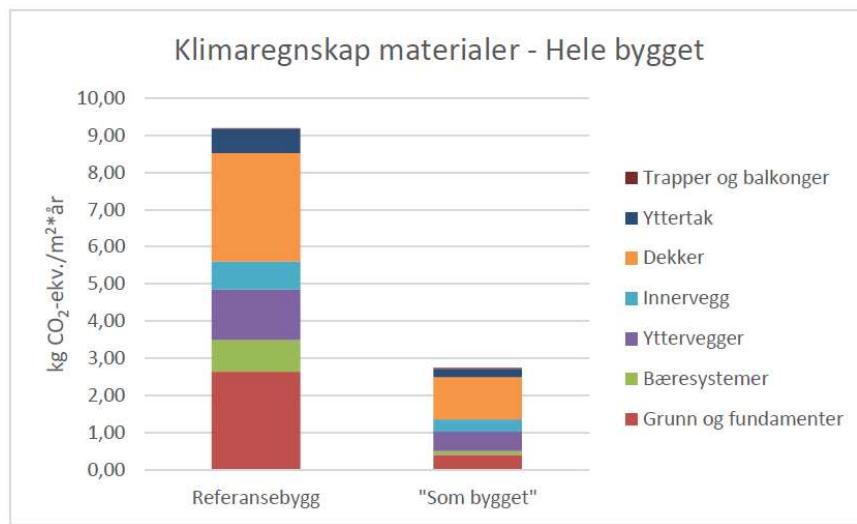
Asplan Viak har utarbeidet et klimagassregnskap for hele KA13-prosjektet iht. FutureBuilt-kriterier, inkludert utslipp fra energi, materialbruk og transport. Prosjektet er sammenlignet med et referansebygg med samme areal som KA13, men som er bygget nytt med konvensjonell materialbruk. Beregningene viser at det for oppnås utslippsreduksjoner på 70% for bygget samlet sett, dvs. både rehab-delen og nybygg. Hovedårsaken til reduksjon i klimagassutslipp er at eksisterende bygningskropp og bæresystemer er bevart. Det er også høy grad av ombruk i nybygg som medfører reduksjon i klimagassutslipp.



<sup>1</sup> Nordic Built Component Reuse (2016): <https://www.asplanviak.no/prosjekt/10203/>



Fordeling av klimagassutslipp pr bygningsdel: Referansebygg sammenlignet med eksisterende bygg+kjeller, og sammenlignet med nybygg



Fordeling av klimagassutslipp pr bygningsdel: Referansebygg sammenlignet med hele bygget samlet

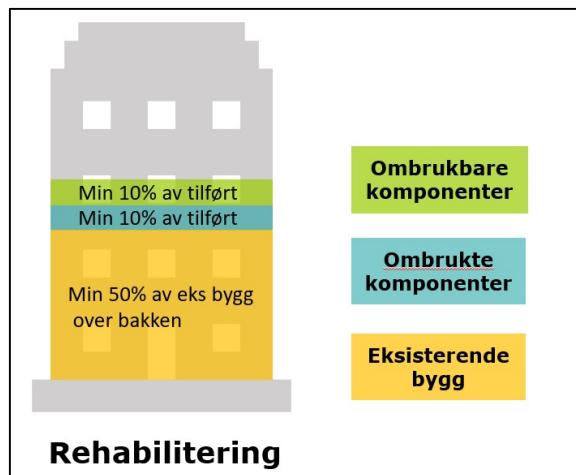
For eksisterende bygg+kjeller oppnås utslippsreduksjoner på 78 % sammenlignet med referansebygget, og for nybygget oppnås utslippsreduksjoner på 36 %. For det eksisterende bygget er mye av bygningskroppen bevart, som gir store reduksjoner for bæresystemer, yttervegger, dekker og yttertak. Eksisterende fundamentering er også bevart, bortsett fra gulv mot grunn som er inkludert i dekker. Dette gjør at det eksisterende bygget får svært lave klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget.

For nybygget benytter bærekonstruksjonen i stål stor grad av ombrukte materialer. Det er også brukt ombrukte hulldekker og fasadeplater som bidrar til reduksjon. Byggets planlösning gjør at det er lite behov for innervegger, noe som gjør at denne posten avviker mest fra referansebygget.

Tekniske installasjoner og inventar regnes ikke som del av materialbruken iht. FutureBuilt-metodikk for klimagassregnskap. Ombruk av disse bygningsdelene i KA13 er derfor ikke regnet med. For øvrige resultater, og for vedlegg med fullstendig liste over ombrukte elementer bruk i klimagassberegningene, henvises til egen rapport.

#### 8.6.4 FutureBuilt kriteriesett for sirkulære bygg - ombruksregnestykke

Futurebuilt har i sitt kriteriesett for sirkulære bygg, v. 2.0, definert følgende kvantitative krav til ombruk og ombrukbarhet.



Kilde: FutureBuilt kriterier for sirkulære bygg, v2.0 – 16.03.2020.

Her presenteres prosjektets overslag over oppnådd vektprosent for hhv. lokalt ombruk, ombruk fra anskaffelse og ombrukbarhet.



Siden Kristian Augusts gate 13 er et rehabiliteringsprosjekt hvor det ble valgt å beholde mest mulig av de eksisterende konstruksjonene lot kravene til lokalt ombruk (50 %) seg innfri uten problemer. Lokalt ombruk utgjør ca. 80 % av prosjektets totale vekt. Byggets totale vekt er estimert på en kombinasjon av laster som benyttes ifm. dimensjonering av fundamentering og bæresystem og beregninger basert på mengder og egenvekter for ulike materialer. For et nybygg ville andre metoder for å beregne vekt kunne være mer hensiktsmessig, f.eks. kan noen kalkyleprogrammer beregne vekt i tillegg til kostnader.

Av ombruk som er anskaffet fra «donorbygg» utgjør andelen ca. 15 % i vekt av tilførte elementer til prosjektet. Tallet er tilsvarende for andel ombrukbarhet av tilførte materialer. Det er en del overlapp mellom det som er ombrukt og det som er ombrukbart. F.eks. er teglsteinen i teglveggen oppført av ombrukt stein, og murt med kalkmørtel som gjør veggene ombrukbar i neste omgang. I vektprosent av byggets totale vekt utgjør andelen ombruk og ombrukbarhet ca. 3 %. De bygningselementene som utgjør mest i vekt av de ombrukte og ombrukbare elementene er stålkonstruksjonene, teglveggen og fasadebekledningen. Det er stor sammenheng mellom klimagassredusjoner og vekt, slik at et ombruksregnestykke basert på vekt legger til rette for at ombruket resulteter i store klimagassbesparelser.

Elementer som sanitærutstyr, teknikk og overflatematerialer gir lite uttelling i ombruksregnestykket. Dette er imidlertid elementer med høy utskiftingstakt med et potensial i ombruk fremfor bruk- og kast-mentalitet. For å motivere for ombruk også for elementer som gir mindre uttelling i vektprosent har Futurebuilt angitt et minste antall komponenter iht. bygningsdelstabellen (2-sifret nivå) som skal være hhv ombrukt fra anskaffelse og ombrukbare. Kravet er satt til 5 og 10 for hhv rehabilitering og nybygg.

	Krav ombrukt fra anskaffelse	Ombrukt fra anskaffelse	Krav ombrukbart	Ombrukbart
<b>Bygningsdel, 2-sifret nivå</b>	5 stk	23 Bæresystem 23 Yttervegg 24 Innervegg 25 Dekker 26 Yttertak 27 Fast inventar 28 Trapper og balkonger 31 Sanitær 32 Varme 33 Brannslukking 36 Luftbehandling 37 Luftkjøling 43 Fordeling	5 stk	22 Bæresystem 23 Yttervegg 24 Innervegg 25 Dekker 26 Yttertak 28 Trapper og balkonger