



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi

## Realisere ombruk av byggematerialer

Realize reuse of building materials

Trine Thomassen 420908

Masteroppgave i integrert bygningsteknologi 4604, mai 2024



## Forord

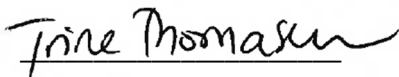
Denne masteroppgaven er skrevet våren 2024 og representerer avslutningen av et to-årig masterstudie i bygg og miljø ved UiT i Narvik. Oppgaven er en del av emnet BYG-3900 Masteroppgave M-IB og er vektet 30 studiepoeng. Oppgaven er gjennomført som en individuell oppgave.

Temaet for oppgaven er valgt på bakgrunn av egen interesse for ombruk og bærekraftig utvikling i byggebransjen. Nye krav til ombruk og klimagassregnskap i TEK17 er dagsaktuelle temaer, som krever kompetanseheving på alle nivå. Vi som bor og jobber i Arktis må sammen bygge opp kompetansen, og UiT har et overordnet ansvar til å finne ny viten og øke kunnskap. Kompetanse innen ombruk er noe som etterspørres i dag og noe som er interessant å jobbe mer med etter endt utdanning, enten som foreleser i kurs og utdanning eller som rådgiver. Tidligere arbeidserfaring som rådgiver og takstmann, samt fra entreprenørsiden, gjør at denne kompetansen er svært nyttig for å kunne utføre arbeid innen ombrukskartlegging og klimagassregnskap i fremtiden.

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har jeg lært utrolig mye nytt og spennende innfor et emne som er relativt nytt og lite forsket på.

Takk til min veileder Per-Arne Sundsbø på UiT, for gode tilbakemeldinger og tips til oppbygging og gjennomføring av masteroppgaven. Takk til eierne av Markveien 55 Eiendom AS for tilgang til bygget og for måten de har bidratt med sin kompetanse og erfaring.

Alta, 15.05.24



Trine Thomassen

## Sammendrag

Som fersk prosjektleder hos entreprenør, ble det feilbestilt 8 innerdører som hadde for lavt lydreduksjonstall i forhold til kravet. Dørene hadde spesiell størrelse og farge, tilpasset prosjekt, og ingen ville ha dem gratis. De ble kastet på søpla og generte nærmere ett tonn avfall. Slike feilbestillinger representerer en stor del av avfallet fra norske byggeplasser.

Verdens samlede forbruk av ressurser har tredoblet seg de siste 50 årene. Selv om materialprisene har steget de siste årene, er det fortsatt billigere å kjøpe nye materialer i stedet for å gjenbruke. Det gjør at forbruket av naturressurser stiger kraftig. Byggebransjen må redusere avfallsmengden og uttak av nye råvarer. Ombruk av byggevarer er ett av tiltakene som prøves ut for å nå Norges klimamål.

1. juli 2022 ble det innført nye krav i Teknisk forskrift (TEK17) som omhandler blant annet ombruk, klimagassregnskap og prosjektering for fremtidig ombrukbarhet. Denne oppgaven tar for seg de nye kravene for å prøve og finne svar på hvordan de bidrar til å øke graden av ombruk av byggematerialer. Oppgaven er utformet som et rådgiveroppdrag og ligner en mulighetsstudie for casen som er valgt. Bygget som det er tatt utgangspunkt i er et betongbygg fra 1986, som ligger i Alta sentrum. Bygget skal rives til fordel for et nytt leilighet- og kontorbygg på 6 etasjer.

Det er gjort flere pilotprosjekt innen ombruk, noen finansiert av statlige ordninger. Det er også skrevet mange artikler og utarbeidet veiledere som skal hjelpe forbrukere til å velge og ombruke materialer i stedet for å levere det som avfall. Metodene som er valgt for å finne svaret på oppgaven er litteraturstudie og befaringer av bygget. Det er også samlet informasjon gjennom samtaler med mennesker som jobber i bransjen.

Analysene som er gjort viser at ombruk fører til store klimagassbesparelser sammenlignet med å skulle produsere nye byggevarer. Det fører også til avfallsminimering, samt økning i lokal verdikjede i form av arbeid med redesign og bearbeiding av produkter. Det økonomiske bildet er ikke positivt for alle byggematerialer. I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i materialer som gir store klimagassbesparelser, men økonomisk økning. Men med økt kompetanse og tiltak på fremtidige bygg, vil terskelen for å velge ombruk senkes.

Resultatet av arbeidet viser at de nye kravene som ble innført i TEK17 1. juli 2022 har positive innvirkninger på graden av ombruk av byggematerialer. Med krav om ombrukskartlegging blir byggeier bevisst på hvilke materialer som er egnet for ombruk og hva som skal til for å realisere ombruk. Han kan dermed være trygg på at det han velger å ombruke eller omsette er forsvarlig. Gjennom arbeidet med klimagassregnskap for nye bygg blir han bevisst på hvilken påvirkning de ulike byggematerialer har på klimaet vårt og kan dermed velge mer klimavennlige alternativ. Og gjennom utvikling av løsninger for å demontere og ombruke bygg i fremtiden utvikles det forhåpentligvis nye bindemidler og dokumentasjonsløsninger som kan erstatte blant annet lim, plasstøpte konstruksjoner og miljøfarlige stoffer, som vil kunne dokumenteres.

Når nye regler kommer på plass, er bransjen nødt til å gjøre tiltak for å innfri kravene og øke sin kompetanse. For mange bygherrer, rådgivere og entreprenører er ombrukskartlegging og klimagassregnskap nytt. Det er viktig at dette teamet kommer inn i utdanninger der dette er relevant. Det avholdes allerede kurs i ombrukskartlegging og klimagassregnskap av kommersielle aktører, men her må UiT også gjøre et kompetanseløft slik at nyutdannede ingeniører og sivilingeniører kommer ut med oppdatert kompetanse.

## **Abstract**

As a young project manager at a contractor, 8 internal doors were wrongly ordered that had too low sound attenuation in relation to the requirement. The doors had a special size and color, specific to the project, and no one wanted them for free. They were thrown delivered to the waste facilities and generated close to one tons of waste. Such wrong orders represent a large part of the waste from Norwegian building sites.

The world's overall consumption of resources has tripled in the last 50 years. Although material prices have risen in recent years, some materials are still cheaper to buy new than to reuse. This means that the consumption of natural resources rises sharply. The construction industry must reduce the amount of waste and take out new raw materials. Reuse of building materials is one of the measures being tested to reach Norway's climate goals.

On 1 July 2022, new rules were introduced in the Technical Regulations (TEK17) which deal with, among other things, reuse, greenhouse gas accounting and planning for future reusability. This thesis deals with the new rules to try to find answers to how they contribute to increasing the degree of reuse of building materials. The assignment is designed as an advisory assignment and is similar to a feasibility study for the case that has been chosen. The building from which it is based is a concrete building from 1986, located in the center of Alta. The building is to be demolished in favor of a new apartment and office building on 6 floors.

Several pilot projects have been carried out in the field of reuse, some financed by government schemes. Many articles have also been written and guides drawn up to help consumers choose and reuse materials instead of delivering them as waste. The methods chosen to find the answer to the task are literature study and inspections of the building. Information has also been gathered through conversations with people who work in the industry.

The analyzes that have been carried out, show that reuse leads to large greenhouse gas savings compared to having to produce new construction products. It also leads to waste minimization, as well as an increase in the local value chain in the form of work with redesign and processing of products. The economic picture is not positive for all building materials. In this report, the starting point is materials that provide large greenhouse gas savings, but an economic increase. But with more expertise and measures on future buildings, the threshold for choosing to reuse will be lowered.

The result of the work shows that the new rules introduced in TEK17 on 1 July 2022 have a positive impact on the degree of reuse of building materials. With requirements for reuse mapping, building owners become aware of which materials are suitable for reuse and what is needed to realize reuse. The building owner can therefore be confident that what he chooses to reuse or sell is safe. Through the work on greenhouse gas accounting for new buildings, becomes aware of the impact the various building materials have on our climate and can thus choose more climate-friendly alternatives. And through the development of solutions for dismantling and reusing buildings in the future, hopefully new binders and documentation solutions will be developed that can replace, among other things, glue, cast-in-place constructions and environmentally hazardous substances, which will be able to be documented.

When new rules come into place, the industry will have to meet the requirements and increase the competence. For many builders, consultants and contractors, reuse mapping and greenhouse gas accounting are new. It is important that this team enters education where this is relevant. Courses in reuse mapping and greenhouse gas accounting are already held by commercial actors, but here UiT also needs to build competence so that newly graduated engineers and civil engineers will come out with up-to-date competence.

## Innhold

Forord .....	2
Sammendrag.....	3
Abstract .....	4
Innhold.....	5
Figurliste .....	7
Tabelliste.....	7
Ordlister .....	8
1 Introduksjon.....	9
1.1 Bakgrunn for oppgaven.....	12
1.2 Problemstilling .....	12
1.3 Omfang og avgrensning .....	12
2 Teori og lovverk.....	13
2.1 Ombruk av byggematerialer .....	13
2.2 Klimapolitikk.....	13
2.3 Lovverk og forskrifter .....	14
2.3.1 Plan- og bygningsloven.....	15
2.3.2 Teknisk forskrift (TEK17) .....	15
2.3.3 Byggesaksforskriften (SAK).....	17
2.3.4 Byggevareforskriften (DOK).....	17
3 Metode .....	19
3.1 Litteraturstudie .....	19
3.2 Andre dokumenter .....	19
3.3 Casestudie .....	19
3.4 Kvalitetsvurdering .....	21
3.5 Vurdering av metode .....	22
4 Resultater.....	23
4.1 Ombrukskartlegging .....	24
4.2 Design for ombrukbarhet.....	25
4.2.1 Hulldekker.....	27
4.2.2 Sandwich veggelementer .....	27
4.2.3 Betongsøyler.....	27
4.2.4 Port .....	28
4.2.5 Isolasjon.....	28
4.3 Klimagassregnskap .....	28
4.4 Økonomisk vurdering.....	30
4.5 Avfallsminimering.....	32
4.6 Lokal verdiskapning.....	33
5 Diskusjon.....	34

5.1	Hva innebærer de nye kravene i TEK17?.....	34
5.2	Hvordan påvirker de nye kravene beslutningstaker?.....	34
5.3	Hvilke tiltak vil øke andelen ombruk ytterligere? .....	35
5.4	Hvilken kompetanse må til for å møte de nye kravene?.....	36
6	Konklusjon/oppsummering.....	37
6.1	Veien videre .....	37
7	Referanser.....	38
8	Vedlegg .....	41

## Figurliste

Figur 1. Bildet viser deler av eksisterende bygningsmasse i Markveien 55. Foto: Trine Thomassen. ....	9
Figur 2. Markveien 55 ligger i utkanten av Alta sentrum (Norkart AS, 2024). ....	10
Figur 3. Avfallspyramiden viser en prioritert rekkefølge for avfallshåndtering. Basert på Avfall Norge (2016). ....	10
Figur 4. Symboler som viser hvorfor vi skal ombruke. Basert på Resirqel AS (2024). ....	11
Figur 5. Plassering av ombruk i livsløpet til sirkulære bygg (Grønn byggallianse og Statsbygg, 2021). ....	16
Figur 6. Livsløpsmoduler etter NS 3720 og hvilke moduler som minimum inngår i klimagassregnskapet etter TEK17 §17-1. ....	17
Figur 7. Utklipp fra Revit som viser et eksempel på skalering og målsetting av originale tegninger (Autodesk, 2024). ...	20
Figur 8. Opprinnelig design av ny produksjonshall (Markveien 55 Eiendom AS, 2024). ....	21
Figur 9. Eksisterende bygningsmasse i Markveien 55, markert med rød ring (Alta havn KF, 2024). ....	23
Figur 10. Bildet viser innsiden av Markveien 55. Foto: Trine Thomassen. ....	24
Figur 11. Produksjonshallen tegnet med ombruksmaterialer. ....	26
Figur 12. Originale papirtegninger som viser fugestøp og endestøp av hulldekker. ....	27
Figur 13. Viser ekstra søylearmering ved søylefot. Basert på SINTEF (2012). ....	28
Figur 14. Klimagassutslipp for nye og ombrukte bygningsdeler. ....	29
Figur 15. Sammenligning av prosjektert bygg med limtrekonstruksjon til venstre og konstruksjon med ombruksmaterialer til høyre. ....	30

## Tabelliste

Tabell 1. Oppsummering av komponenter som er egnet og sannsynlig egnet for ombruk, hentet fra ombrukskartlegging Markveien 55. ....	25
Tabell 2. Sammenligning av den totale besparelsen av klimagassutslipp for nye og ombrukte materialer. ....	29
Tabell 3. Økonomisk oversikt ved bruk av ombruksmaterialer til produksjonshall. ....	31
Tabell 4. Økonomisk oversikt ved bruk av prosjekterte materialer i limtre på produksjonshall. ....	32
Tabell 5. Utrekning av avfallsmengder. ....	33

## Ordliste

Ord	Definisjon
CE-merking	En dokumentasjon på at produktet oppfyller grunnleggende krav til sikkerhet.
DOK	Byggevereforskriften. En forskrift om dokumentasjon av byggevarer.
EPD	Environmental Product Declaration betyr miljødeklarasjon for et produkt. Det er et kortfattet dokument som oppsummerer miljøegenskaper til et produkt.
Klimagassregnskap	Et regnskap over direkte og indirekte utslipp av gasser som kan føre til økt drivhuseffekt.
Lavkarbonbetong	Betong med vesentlig lavere CO <sub>2</sub> -utslipp per kubikk betong.
Materialgjenvinning	Materialgjenvinning betyr at materialer i avfallet brukes på nytt i nye produkter (Avfall Norge, 2024).
Ombruk	Å bruke brukte byggevarer om igjen. Det kan være til samme formål som det opprinnelig var, til en annen funksjon og med eller uten bearbeiding
SAK10	Byggesaksforskriften.
Signalbygg	Signalbygg er et ord som ofte brukes om et fremtredende, representativt byggverk med god arkitektonisk kvalitet (Gunnarsjaa, 2024).
TEK17	Byggeteknisk forskrift med veiledning. Forskrift som angir tekniske krav til byggverk.
Ytelseserklæring	Et dokument som inneholder omfattende informasjon om byggevaren, produsenten, teknisk spesifisering og kontrollorgan som har vært benyttet.



## 1 Introduksjon

I forbindelse med at det skal oppføres nytt leilighet- og kontorbygg i Markveien 55 i Alta, skal eksisterende bygningsmasse kartlegges for mulig ombruk. Oppdraget utføres for Markveien 55 Eiendom AS og arbeidet er en del av en masteroppgave i Integriert bygningsteknologi ved UiT i Narvik.

Ombruk av byggematerialer er et tidsaktuelt tema, da det er stort søkelys på å redusere klimagassutslipp fra avfallsdeponi og forbrenning av avfall. Ifølge statistisk sentralbyrå (SSB) rives det årlig rundt 20.000 bygg i Norge. En stor andel av det som rives kan teknisk sett ombrukes dersom det kartlegges, dokumenteres og tilrettelegges for det (Grønn Byggallianse, 2021).



Figur 1. Bildet viser deler av eksisterende bygningsmasse i Markveien 55. Foto: Trine Thomassen.

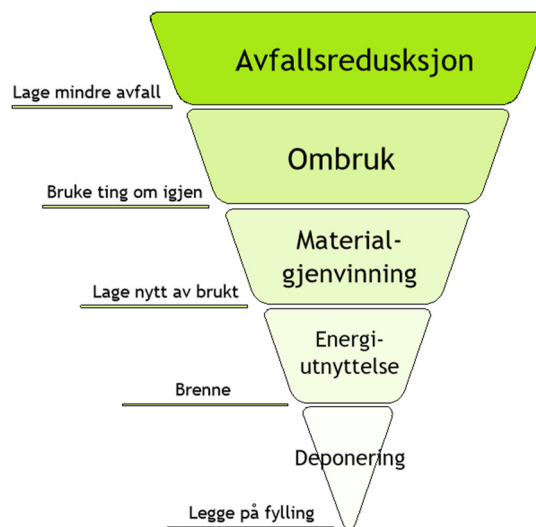
**Hva er ombruk?** I denne rapporten er betydningen av ombruk å bruke brukte byggevarer om igjen, uten grunnleggende endring. Det kan være til samme formål som det opprinnelig var, til en annen funksjon og med eller uten bearbeiding (Resirqel, 2019). Det er fortsatt ombruk selv om materialene repareres, rengjøres, kappes, tilpasses eller overflatebehandles før de brukes på nytt (SINTEF, 2023). Ombruk er ikke materialgjenvinning. Et eksempel på materialgjenvinning er å knuse betong for å lage nye materialer.

Ombruk krever god planlegging og en systematisk gjennomgang av eksisterende bygningsmasse. I tillegg må lokale forhold vurderes med tanke på dokumentasjon av ytelser, demontering, transport og mellomlagring (Laberg, 2023). Figur 2 viser plassering av Markveien 55 i Alta sentrum.



Figur 2. Markveien 55 ligger i utkanten av Alta sentrum (Norkart AS, 2024).

Avfallspyramiden gjengir en prioritert rekkefølge for avfallshåndtering, se figur 3. Pyramiden viser sentrale prinsipper i norsk avfallspolitikk og EUs rammedirektiv for avfall. Avfallsreduksjon er høyest prioritert, deretter ligger ombruk. Det betyr at ombruk er det nest beste alternativet for avfallshåndtering (Miljøverndepartementet, 2013).



Figur 3. Avfallspyramiden viser en prioritert rekkefølge for avfallshåndtering. Basert på Avfall Norge (2016).

**Hvorfor ombruke?** Ved å ombruke materialer tar man ikke ut nye råvarer, dermed sparer man råvareressurser (Grønn Byggallianse, 2021). Flere fordeler med ombruk er vist i figur 4, som ble presentert av Resirqel AS på oppstartsmøte for forprosjekt i Alta 26.02.24 (Resirqel AS, 2024).



Figur 4. Symboler som viser hvorfor vi skal ombruke. Basert på Resirqel AS (2024).

For å imøtekomme klimatiltakene, er det innført nye regler for ombruk fra 1. juli 2022, med en overgangsperiode på ett år. De nye kravene skal være med på å øke andelen byggematerialer som ombrukes, som igjen skal redusere avfall fra byggeplasser.

For å realisere ombruk av byggevarer kreves det blant annet:

- Oversikt over mengder som er egnet for ombruk (ombrukskartlegging)
- Byggevarerne som skal ombrukes ikke inneholder farlig avfall (Miljøsaneringsbeskrivelse)
- At noen kan ta imot materialene for mellomlagring eller omsetning (Ombrukssentral)
- At dokumentasjon kan fremlegges ved omsetning (EPD-er)

I Tromsø er det etablert et nettverk som kalles Ombruk i nord, som er en del av Femtiden i våre hender (Framtiden i våre hender Nord, 2024). Ombruk i nord er et treårig prosjekt (2023-2025) som har fått støtte fra Troms fylkeskommune til å jobbe for å ta i bruk demonterte- og overskuddsmaterialer i byggeprosjekter. I første omgang i Tromsø og Harstad. Nettverk bestående av rådgivere, entreprenører, utbyggere og offentlige aktører som ønsker å øke sin kompetanse rundt ombruk. Ombruk i nord har blant annet opprettet en nettside der det publiseres ombrukskartlegginger som er utført for at andre skal kunne se hvilke ombrukbare byggevarer som er tilgjengelig.

I Finnmark (Alta) har Vefas IKS fått midler fra Finnmark Fylkeskommune til å gjennomføre et ombruksprosjekt som skal se på muligheten for å opprette en ressursentral i Alta (Bjerring, 2023). Vefas er et interkommunalt avfallsselskap som eies av Alta kommune. Prosjektet har som formål å utforske og gjennomføre ombruksstrategier innen byggematerialer som fremmer et mer bærekraftig samfunn i Finnmark. Prosjektgruppen ledes av sivilarkitekt Linda V. Nielsen hos Verte AS. Prosjektgruppen har fått midler til en forstudie for etablering av en ressursentral og en permanent database for brukte materialer i regionen. I den forbindelse har de vært på besøk hos Resirqel AS som holder til i Økern, der Resirqel har etablert en stor ombrukssentral i samarbeid med Statsbygg. Resirqel har etablert tre selskap, ett for rådgivertjenester, ett for database og ett telt hvor de tar imot, registrerer og omsetter brukte byggevarer. Teltet på Økern kalles Sirkulær Ressursentral, og Resirqel hevder dette er Europas største ombrukssentral (Byggmesteren, 2023). Prosjektgruppen i Alta har sett på det som Resirqel har oppnådd for å hente inspirasjon og erfaring til sitt eget prosjekt.

Gjennom EØS-avtalen er Norge påvirket av EUs regulatoriske rammevilkår. Fra 2020 gjelder EUs rammedirektiv for avfall at 70 % av ikke-farlig bygg- og anleggsavfall skal gå til ombruk og gjenvinning (Lovdata, 2024). The European Green Deal, som sikter mot et klimanøytralt EU i 2050 vil også trekke i denne retningen (Pettersen, 2020).

### **1.1 Bakgrunn for oppgaven**

Interessen for ombruk av byggematerialer har vokst de siste årene, fordi ombruk mulig kan spare store klimagassutslipp og hindre uttak av nye råvarer. Men fortsatt er det i mange tilfeller billigere og enklere å kjøpe nytt, enn å ombruke eller reparere det som er gammelt.

Fra 1. juli 2022 trådte nye regler for ombruk i kraft i TEK17 og DOK. Det er interessant å finne ut om disse kravene er med på å øke andelen ombruk av byggematerialer. For å finne svaret på det, er det opprettet et samarbeid med en byggeier i Alta som skal rive Markveien 55 og bygge nytt.

Byggherre ønsket hovedsakelig å få utarbeidet en ombrukskartlegging fordi dette er et krav i TEK17. Videre hadde de tenkt å gi bort hele bygget til noen som måtte trenge det, eller å finne en tomt som de kunne flytte bygget til. I løpet av tiden som er brukt på ombrukskartleggingen og oppgaven generelt, er ny kunnskap videreformidlet til byggherre, og planene er endret.

### **1.2 Problemstilling**

Hovedproblemstillingen for oppgaven er:

**Hvordan er de nye kravene i TEK17 som omhandler ombruk og klimagassregnskap, med på å øke andelen ombruk av byggematerialer?**

For å besvare problemstillingen stilles følgende forskningsspørsmål:

1. Hva innebærer de nye kravene?
2. Hvordan påvirker de nye kravene beslutningstaker?
3. Hvilke tiltak vil øke andelen ombruk ytterligere?
4. Hvilken kompetanse må til for å møte de nye kravene?

Målet med oppgaven er å kartlegge eksisterende bygningsmasse med tanke på ombruk. Når kartleggingen er utført skal det gjøres en vurdering av hvilke muligheter som fins for intern eller ekstern ombruk. Videre gjøres det en vurdering av om de nye kravene i TEK17 bidrar til å øke andelen ombruk. Det vil utarbeides et klimagassregnskap som sammenligner ombruksmaterialer med nye materialer for å vise viktigheten med å sjekke om vurderingene er forsvarlig.

### **1.3 Omfang og avgrensning**

Ombruk av byggematerialer er et forholdsvis nytt, men svært aktuelt tema. For at vi skal nå klimagassmålene som er satt, er vi avhengig av å gjøre endringer i våre byggevaner nå, vi kan ikke vente. Det er derfor naturlig å gjøre en analyse av hvordan de innstrammede kravene i TEK17 påvirker graden av ombruk. Kravene åpner opp for en menneskelig vurdering av om vi skal realisere ombruk eller ikke.

Casen som er valgt i oppgaven er med på å avgrense omfanget til å handle om det som er relevant for denne casen.

Et av de nye kravene i TEK17 handler om at nybygg skal prosjekteres og planlegges slik at de kan demonteres etter endt bruk. Dette påvirker særlig nybygg, så det er noe som ikke er tillagt så stor vekt i denne oppgave, på grunn av oppgavens størrelse.

## 2 Teori og lovverk

### 2.1 Ombruk av byggematerialer

For å redusere avfallsmengden og utslipp av klimagasser fra byggenæringen, er det innført nye nasjonale regler som skal tilrettelegge bedre for ombruk. Det er gjort prøveprosjekter som er finansiert av staten, blant annet gjennom forskningsrådet. Målet er å utvikle kunnskap som muliggjør mer ombruk og gjenbruk av byggematerialer. Viktige dokumenter som er publisert så langt er:

- Ombruk av byggematerialer. Veileder for dokumentasjon av ytelse (SINTEF, 2022).
- Ombrukskartlegging av bygninger (SINTEF, 2023).
- NS 3682 Hulldekker av betong til ombruk (Standard Norge, 2022).

De materialene som lar seg ombruke er i hovedsak:

- Materialer som ikke inneholder miljøfarlige stoffer
- Materialer som er sammensatt på en slik måte at de lar seg ombruke (knutepunkter, dokumentasjon) (Resirqel AS, 2024).

Når det utføres en ombrukskartlegging, kartlegges alle materialene i bygget. Det er utført mange prøveprosjekter innen ombruk som er gode referanseprosjekter.

Det er ulike strategier for ombruk og hva som gir riktig effekt. Materialer som vurderes for ombruk må ha riktige egenskaper og dokumentasjon. For eksempel er materialer med krav til bæreevne og U-verdi mer utfordrende å dokumentere egenskapene til, enn materialer med mindre dokumentasjonskrav (Resirqel, 2019). Grønn byggallianse mener at det får størst effekt hvis vi kan ombruke materialer med høye klimagassutslipp i produksjon, som stål og betong (Grønn Byggallianse, 2021). I møtet med Resirqel fikk vi anbefaling om å begynne med de materialene som enklest lar seg omsette, de varene som folk trenger og har bruk for. Det er lavere terskel og risiko med småvarer enn større elementer som har krav til bæreevne, stabilitet etc. (Resirqel AS, 2024).

Bygget som er valgt i denne oppgaven består i hovedsak av betong. Derfor fokuseres det på mulighetene med ombruk av betongkonstruksjoner. Det er dyrere og mer omfattende å ombruke, men miljøgevinsten er større på sikt.

### 2.2 Klimapolitikk

Verdens samlede forbruk av ressurser har tredoblet seg de siste 50 årene, det dokumenter FN i rapporten Global Resources Outlook 2024 som ble lansert 1. mars (Rokkan, 2024). FN hevder at dette er den viktigste årsaken til klimaendringer, forurensning og tap av naturmangfold i verden. Likevel tar det lang tid å øke andelen ombruk, materialgjenvinning og redusere avfallsmengdene. De fleste av oss vil alltid foretrekke noe nytt og delikat, fremfor noe som er brukt fra før.

Norges klimamål er å redusere utslippet av klimagasser med 50 til 55 prosent innen 2030, sammenlignet med 1990-nivå (Regjeringen, 2023). Klimaendringene har alvorlige konsekvenser. Siden førindustriell tid er verden blitt om lag en grad varmere. Oppvarmingen ventes å fortsette utover dette århundret. Det øker risikoen for ekstremvær, mer nedbør, oversvømmelser og havforsuring. For å bremse oppvarmingen, er det behov for raske reduksjoner i utslipp av klimagasser. I Norge skal dette gjøres etter prinsippet om at forurenser skal betale avgift, samt at hvert tonn klimagasser bedriftene slipper ut, må de ha en klimakvote. Antall kvoter reduseres årlig. Systemet setter tak på utslippene fra industri, kraftproduksjon og luftfart.

Klimaplan for 2021-2023 inneholder konkrete forslag til politikk for å oppfylle klimamålene. Det er blant annet utarbeidet en ny lov om offentlige anskaffelser. Denne inneholder en ny miljøbestemmelse som skal

bidra til å redusere skadelige miljøpåvirkninger og fremme klimavennlige løsninger der det er hensiktsmessig. Elektrifisering av transportsektoren har vært en betydelig satsing i Norge, der Norge er i global særklasse. Ingen land i verden har flere elbiler per innbygger. Norge er også tidlig ute med null- og lavutslippsløsninger på ferger og skip (Regjeringen, 2023).

Betongindustrien jobber med å finne løsninger for å redusere klimaavtrykket i form av lavkarbonbetong. Betong er verdens mest brukte bygningsmateriale og betongindustrien står for omtrent 5-8 prosent av det totale CO<sub>2</sub>-utslippet på verdensbasis (Nordal, 2023). Derfor vil mer klimavennlig betong utgjøre en stor forskjell i det totale klimagassregnskapet. Lavkarbonbetong er betong som har vesentlig lavere CO<sub>2</sub>-utslipp enn tradisjonell betong. Det er ulike klasser av lavkarbonbetong der det er et maksimumskrav til CO<sub>2</sub>-utslipp per kubikkmeter betong. Mengden CO<sub>2</sub> i betong dokumenteres gjennom en EPD slik at det kan brukes i et klimagassregnskap.

For å redusere utslippene fra betongproduksjon, må mengden sement i betongen reduseres eller sement erstattes med andre bindemiddel med lavere utslipp. Produksjon av sement står for om lag 80-90 % av betongens samlede klimagassutslipp (Nordal, 2023). Den andre delen av miljøtiltak handler om å gjøre sementen i seg selv mer miljøvennlig.

Men det å redusere utslipp av klimagasser har sin pris, som sluttkunden må betale. Lavkarbonbetong finnes i ulike klasser og ulik reduksjon i CO<sub>2</sub> i forhold til bransjereferanse (Norsk betongforening, 2020). De ulike klassene er:

- Lavkarbon B                    11 % reduksjon i CO<sub>2</sub>
- Lavkarbon A                    22 % reduksjon i CO<sub>2</sub>
- Labkarbon Pluss                41 % reduksjon i CO<sub>2</sub>
- Labkarbon Ekstrem            56 % reduksjon i CO<sub>2</sub>

I enkelte anbud kreves det bruk av lavkarbonbetong. Dette teller inn i klimagassregnskapet som skal leveres, der klima vektet som et eget kvalifikasjonskrav (Stiftelsen miljøfyrtårn, 2024).

Med økte priser på nye produkter av betong, øker interessen for ombruk av betongkonstruksjoner. Det blir dyrere å produsere, samtidig som det gir høye verdier i klimagassregnskapet for nye bygg. Derfor er det viktig at det gjennomføres flere prosjekter med ombruk slik at flere får erfaring og kompetanse innenfor temaet.

For å realisere ombruk trenger vi byggherrer som stiller krav og som er villig til å ta risiko. Et av virkemidlene som byggherrer har, er å stille krav til miljøsertifisering av bygg. BREEAM-nor er et sertifiseringssystem for bygninger. Sertifiseringssystemet er utviklet av britiske Building Research Establishment (BRE). I Norge har vi en tilpasset BREEAM-manual for nybygg (Grønn byggallianse, 2024). Når nybygg bygges etter BREEAM-nor prinsippet, har bygget kvaliteter som er bedre enn minstekravet til miljø i byggeteknisk forskrift. Ved å gjøre miljøtiltak oppnår prosjektet poeng. Tiltak kan være å ta i bruk ombruksmaterialer. Jo flere tiltak som gjøres, desto høyere sertifiseringsnivå oppnås.

### 2.3 Lovverk og forskrifter

Å rive et bygg er et søknadspliktig tiltak etter plan- og bygningsloven §20-1a. Deler av bygningen som går videre til ombruk må oppfylle de samme kvalitetskravene som nybygg oppført av nye materialer. Byggeteknisk forskrift (TEK17) må derfor ivaretas.

Dette kapitlet ser på de ulike lovene og forskriftene som er gjeldende for denne type tiltak.

### 2.3.1 Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven stiller mange krav til nye bygninger. Det gjelder blant annet krav til ytre miljø (kapittel 9), konstruksjonssikkerhet (kapittel 10), sikkerhet ved brann (kapittel 12), inneklime og helse (kapittel 13) og energikrav (kapittel 14) (Lovdata, 2023).

Oppfyllelse av krav til bygget og materialene som inngår, må dokumenteres i henholdsvis kapittel 3 og dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold (FDV) i kapittel 4. Dokumentasjonen skal sikre at bygget oppfyller kravene i TEK17 og gir viktig informasjon til fremtidig eier og forvalter av bygget (Kyllingstad, 2020).

### 2.3.2 Teknisk forskrift (TEK17)

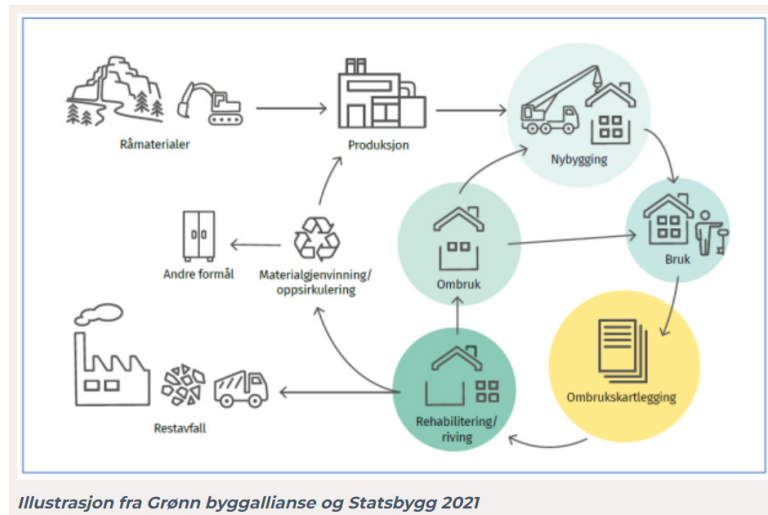
Byggeteknisk forskrift skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi (Kommunal- og distriktsdepartementet, 2017).

Det ble gjort flere endringer i byggeteknisk forskrift 1. juli 2022 som er knyttet til ombruk av byggevarer. Det er gjort endringer i kapittel 9 om Ytre miljø, kapittel 14 om Energi og det er opprettet et nytt kapittel 17 om Klimagassregnskap (Direktoratet for byggkvalitet, 2024).

Nedenfor er det listet opp endringene som i hovedsak gjelder ombruk:

1. Tilrettelegge for demontering. I §9-5 er det krav om at det skal velges produkter som er egnet for ombruk og materialgjenvinning. Byggverket skal i tillegg prosjekteres og bygges slik at det er tilrettelagt for senere demontering når dette kan gjennomføres innenfor en praktisk og forsvarlig ramme (Moen O. M., 2022)
2. Avfallsplan når tiltak knyttet til bygning skaper over 10 tonn avfall. Endringen innebærer at det må utarbeides avfallsplan for flere tiltak enn før.
3. Kartlegging og rapport om materialer som er egnet for ombruk. I §9-7 er det kommet inn krav om rapport fra ombrukskartlegging for søknadspliktige tiltak.
4. Avfallssortering av minst 70 prosent vektprosent og sluttrapport om disponering av avfall. Kravet til avfallssortering er økt fra 60 til 70 prosent. I tillegg er det mulig å levere avfall til ombruk i tillegg til gjenvinning og avfallsmottak.
5. Energifleksible varmesystemer som dekker minimum 60 % av netto varmebehov.
6. Krav om klimagassregnskap fra materialer. Nytt kapittel 17 krever at det ved oppføring og hovedombygging av boligblokk og yrkesbygning skal utarbeides klimagassregnskap etter metoden i NS 3720:2018. Klimagassregnskapet er begrenset til å omfatte det som kan beskrives som hoveddelene av bygningen, nærmere beskrevet i §17-1.

**Tilrettelegge for demontering** er et krav som er kommet inn i TEK17 for å øke graden av sirkulær økonomi i norsk byggebransje. Sirkulære bygg handler om å tenke langsiktig og planlegge for fremtidig ombygging og demontering av bygg (Stoknes, 2018). Figur 5 viser plassering av ombruk i livsløpet til sirkulære bygg (Grønn byggallianse og Statsbygg, 2021).



Figur 5. Plassering av ombruk i livsløpet til sirkulære bygg (Grønn byggallianse og Statsbygg, 2021).

**Rapport fra ombrukskartlegging** utføres for å synliggjøre ombrukspotensialet i materialer og bygningskomponenter i bygg som skal rehabiliteres eller rives, for å muliggjøre ombruk internt eller eksternt (Asplan Viak AS, 2021).

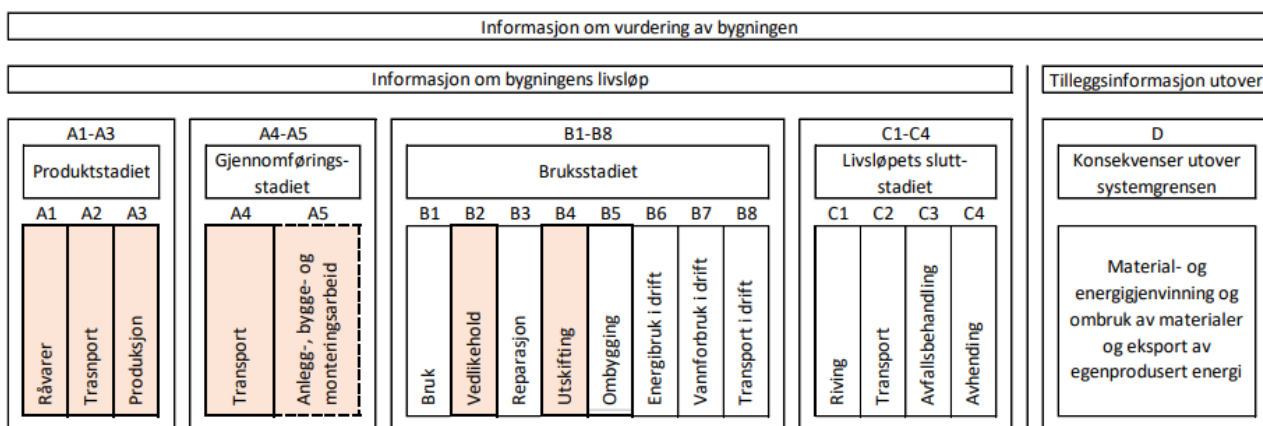
Rapporten skal ifølge TEK17 §9-7 (5) minst inneholde informasjon om:

- Hvem kartleggingen er utført av
- Dato for kartleggingen
- Navn på kommune, g.nr., b.nr.
- Byggeår og tidligere bruk, hvis dette er kjent
- Forekomsten av, mengden av og typen materialer eller bygningsfraksjoner egnet for ombruk, samt vurdering av restlevetid
- Opprinnelig byggevardokumentasjon, hvis dette finnes
- Alle identifiserte materialer eller bygningsfraksjoner egnet for ombruk sammenstilt i en tabell iht. Norsk Standard NS 3451 Bygningsdelstabell og systemkodetabell for bygninger og tilhørende uteområder

**Klimagassregnskapet** må dokumenteres for det ferdige bygget. Det bør benyttes tredjeparts godkjent, standardisert og livsløpsbasert dokumentasjon, som for eksempel en miljødeklarasjon (EPD). Kravene til klimagassregnskap er fastsatt i byggeteknisk forskrift (TEK17) § 17-1 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

Klimagassregnskapet som utarbeides for ett bygg etter TEK17 §17-1 skal være basert på faktisk bruk av materialer (Direktoratet for byggkvalitet, 2023). Det skal leveres med søknad om ferdigattest, så dokumentet oppdateres gjennom hele byggeperioden ettersom materialer blir tilført byggeplassen. Kravet i TEK17 §17-1 er at klimagassregnskapet skal inkludere utslipp av CO<sub>2</sub> fra hoveddelene av bygningen, kap. 22-26 i bygningsdelstabellen. NS 3720:2018 inndeler livsløpet i moduler. Det som skal medtas i klimagassregnskapet er modulene som vist i figur 6, A1-A3 (produktstadiet), A4 (transport), A5 (byggeplassaktivitet), B2 (vedlikehold) og B4 (utskifting). Når det benyttes ombrukte byggevarer, skal klimagassregnskapet kun inkludere utslippene fra bearbeiding av produktene. I tillegg kommer transportutslipp.





Figur 6. Livsløpsmoduler etter NS 3720 og hvilke moduler som minimum inngår i klimagassregnskapet etter TEK17 §17-1.

Å utarbeide et klimagassregnskap krever at alle leverandører og produsenter leverer EPDer med sine leveranser. Disse skal brukes til å regne ut utslipp av CO<sub>2</sub> for alle materialene. Dersom det ikke finnes EPDer, kan det brukes generiske utslippsverdier for modulene A1-A3. Generiske utslippsverdier er gjennomsnittsverdier for ulike produktgrupper. De generiske verdiene er lagt til 25 %, slik at det skal lønnes å benytte EPDer eller tilsvarende standardisert dokumentasjon for en spesifikk byggevarer.

I denne oppgaven er det utarbeidet et forenklet klimagassregnskap for å synliggjøre for byggeier hvilken besparelse av klimagasser ombruk har, se vedlegg 2. Det er gjort en sammenstilling av ombrukte byggevarer med tilsvarende nye byggevarer.

### 2.3.3 Byggesaksforskriften (SAK)

Byggesaksforskriften (SAK10) har som formål å utfylle plan- og bygningslovens regler på ulike områder, og sikre at utformingen og behandlingen av søknader skjer i tråd med lovens formål (Direktoratet for byggkvalitet, 2024). Ansvarlige foretak i byggesaken skal sjekke at egenskapene til produktene som skal brukes, er slik at de oppfyller kravene i teknisk forskrift.

Etter endringene 1. juli 2022 er det gjort endring i §12-2 der ansvarlig søker pålegges å påse at det blir utarbeidet avfallsplan, rapport fra miljøkartlegging, rapport fra ombrukskartlegging, sluttrapport for avfallshåndtering og innhentet dokumentasjon for faktisk disponering av avfall. Det som er kommet i tillegg til tidligere krav er kravet om ombrukskartlegging.

### 2.3.4 Byggevareforskriften (DOK)

Omsetning av byggevarer i Norge er regulert av byggevareforskriften (DOK), som gjennomfører byggevareforordningen i norsk rett.

Byggevareforordningen fastsetter regler for omsetning og tilsyn av CE-merkede byggevarer. CE-merkede byggevarer kan omsettes i hele EØS-området. (Direktoratet for byggkvalitet, u.d.)

For å finne ut om ev byggevarer kan omsettes, har dibk.no laget en sjekklister som viser hvilke krav til dokumentasjon som stilles til ditt produkt (Direktoratet for byggkvalitet, 2024).

Et eksempel for et hulldekke:

- Fins det ytelseserklæring for produktet? Ytelseserklæring er et dokument som er laget og undertegnet av produsenten. Hovedformålet med dokumentet er at produsentene skal deklare

den viktigste informasjonen om sitt produkt, spesielt produktets viktigste egenskaper og ytelser (dibk.no). Svar: **Nei**

- Produktet må ha en ytelseserklæring. Må be om det fra den du kjøpte produktet av.
- Har produktet CE-merke? Hulldekker krever CE-merking og det skal være festet på produktet. Der det ikke er mulig skal det være festet på emballasjen eller fremgå av papirer som følger med produktet. Svar: **Nei**
  - Produktet må ha CE-merke, etterspør dokumentasjon som viser at produktet er CE-merket.
- Har produktet en bruksanvisning? De fleste produkter må ha en bruksanvisning eller en monteringsanvisning. Det må også kunne legges ved sikkerhetsinformasjon dersom produktet inneholder farlige stoffer. Svar: **Nei**
  - Hvis produktet trenger slik dokumentasjon, skal den utarbeides av produsenten.
  - Svarene i sjekklisten viser at noe av dokumentasjonen til produktet er mangelfull.

Det som er endret i byggevarerforskriften 1. juli 2022, gjelder kapittel 3 om krav til byggevarer som ikke er CE-merket. Etter endringen gjelder ikke kapitlet for byggevarer som tas ut av et byggverk, byggevarer som det ikke er foretatt vesentlige endringer av og byggevarer som skal brukes på nytt i et byggverk. Formålet med endringen er å gjøre det enklere å omsette brukte byggevarer. Selv om kravet til CE-merking ikke gjelder, må aktører som bruker brukte byggevarer sørge for at de har forsvarlige egenskaper som må kunne dokumenteres iht. byggeteknisk forskrift (Moen O. M., 2022).

De byggevarerne som har manglende dokumentasjon, må verifiseres gjennom testing. Per i dag er det utarbeidet få testmetoder for å vurdere og kontrollere byggevarer som skal ombrukes. Men for hulldekker er det utarbeidet Norsk standard NS 3682 Hulldekker av betong (Standard Norge, 2022).

Å utarbeide ny dokumentasjon for ombrukshulldekker er en omfattende prosess og er beskrevet i NS 3682 Helldekker av betong til ombruk (Standard Norge, 2022). Betong Norge har utarbeidet egne prosedyrer basert på rammeverk for dokumentasjon av ombrukshulldekker (Betong Norge). Disse følger gjeldende regelverk, NS 3682 Hulldekker av betong til ombruk, men er gjort mer forståelig. Prosedyrene som er utarbeidet, er:

- 01 Prosedyre for innledende vurdering av egenskaper for ombrukshulldekker
- 02 Prosedyre for demontering av ombrukshulldekker
- 03 Prosedyre for transport og mellomlagring av ombrukshulldekker
- 04 Prosedyre for bearbeiding av ombrukshulldekking

I prosedyrene beskrives hvilke krav som stilles til HMS, kompetanse for arbeidsleder, rekkefølge etc.

I innledende vurdering inngår arbeider som; å avklare eksisterende dokumentasjon, geometriske egenskaper, overflater, vurdering av eventuelle påkjenninger i bruksfasen (tegn til mekanisk skade), samt sjekkliste (Betong Norge).

Demonteringsarbeidet innebærer pigging av eventuell påstøp, merking for å sikre sporbarhet, saging, lokalisere spenntau, hulltaking for utløfting og eventuell mellomlagring og opplasting, samt sjekkliste (Betong Norge).

### 3 Metode

Valg av vitenskapelig metode velges ut fra problemstillingen og forskningsspørsmålene som ønskes løst. I denne oppgaven er målet å finne ut om de nye kravene til ombruk av byggevarer som trådte i kraft 1. juli 2022, er med på å øke graden av ombruk. For å finne svaret på det, er det valgt å bruke en case som studieobjekt. Casen som er valgt er Markveien 55 i Alta og byggeier Markveien 55 Eiendom AS.

Ettersom oppgavens tema er noe studenten ikke har så mye kunnskap om fra før, er kvalitativ forskningsmetode valgt. Kvalitativ metode er gunstig å bruke der man ønsker å finne informasjon om et tema og på den måten forstå et fenomen (Johannessen, 2015). For å løse oppgaven er det valgt å bruke litteraturstudie og case som metode.

I løpet av perioden skal det samles inn data fra empiri (virkelighet) som skal overføres til teori. Dette kalles for en induktiv tilnærming. Ved denne tilnærmingen bør forskeren samle inn data med et så åpent sinn som mulig. Innenfor kvantitativ forskningsmetode brukes metodene som holisme eller reduksjonisme. Der reduksjonisme tar delene i et komplekst system fra hverandre og studerer hver enkelt del for seg (Universitetet i Oslo, 2021).

#### 3.1 Litteraturstudie

Regelverket rundt ombruk og klimagasser er komplisert. For å bygge et godt teoretisk grunnlag, samt å kartlegge tidligere forskning, er det gjennomført et litteraturstudium. Strategien er utført gjennom databaser som Oria (UiT), google, dibk.no, Sintef byggforsk med mer. Det ble også søkt etter relevante artikler om temaet.

Søkeprosessen er utført uten spesifikke kriterier, med tilfeldige søkeord som er relevant for valgt tema. Det er i hovedsak søkt etter litteratur på norsk. Etter hvert som kunnskapen rundt teamet økte, endret søkestrategien seg til å bli mer spesifikk. Det viste seg at det ikke fins mange forskningsartikler som omhandlet realisering av ombruk. Men det er utført en del pilotprosjekter av ulike organisasjoner som har vært svært nyttig. Det er blant annet:

- Mulighetsstudie ombruk og flytting av bygninger (Kyllingstad, 2020)
- Ombruk av byggematerialer (SINTEF, 2022)

#### 3.2 Andre dokumenter

En viktig del av denne oppgaven dreier seg om nye regler som er innført i forbindelse med ombruk. Det har dermed vært viktig at dokumentene som analyseres er av nyere dato. Sintef har gitt ut veileder for ombruk (SINTEF, 2022), og det er også kommet ut et byggdetaljblad som omhandler ombrukskartlegging av byggematerialer (SINTEF, 2023). Disse dokumentene har vært viktig å sette seg inn i.

I tillegg er det utgitt nye standarder rundt dette temaet som er brukt i oppgaven. Disse er:

- NS 3682:2022 Hulldekker av betong til ombruk (Standard Norge, 2022)
- NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger (Standard Norge, 2018)

#### 3.3 Casestudie

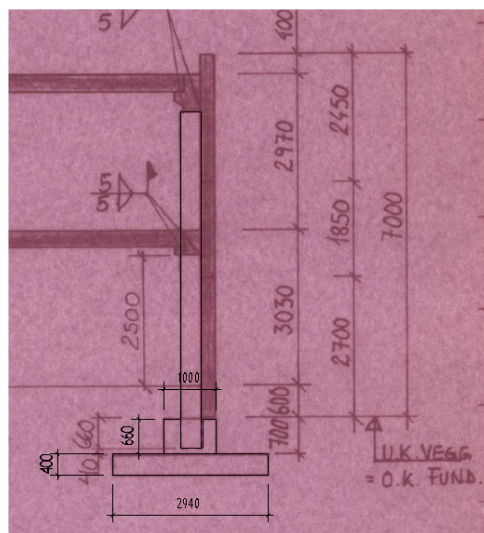
I denne oppgaven er det valgt å undersøke ett enkelt bygg, noe som betegnes som en enkeltcasestudie. Innenfor dette bygget skal det undersøkes flere bygningsdeler, altså flere analyseenheter innenfor et avgrenset bygg (Johannessen, 2015). Dette er designstrategier for casestudier. Det er hensiktsmessig å bruke enkeltcasestudie i denne oppgaven fordi det gir mulighet til å undersøke bygget fra flere sider og det ofte

fyldige beskrivelser og forståelse av bygget. Casestudiet er gjennomført ved hjelp av befaring, dokumenter og fotografier. Målet har vært å skaffe så mye og detaljert data om bygget som mulig.

Datainnsamlingsenheten er i dette tilfellet eksisterende bygningsmasse i Markveien 55 i Alta. Grunnen til at dette bygget er valgt, er fordi riving eller demontering av bygget skal vurderes i det tidsrommet studiet gjennomføres, det vil derfor være mulig å få svar på hva som blir resultatet av prosessen.

Bygget som det tas utgangspunkt i inneholder typiske byggematerialer fra 1980 til i dag, og studiet vil derfor kunne være et referansepunkt for videre studier (Tjora, 2021).

En viktig del av oppgaven har vært å kartlegge bygningsmaterialer i eksisterende bygg. Det er utført to befaringer hvor det er gjort visuell analyse og registrering av synlige flater. Det er også gjort oppmålinger og optelling på stedet. De originale papirtegningene som foreligger, er scannet, analysert og lagt inn i tegneprogram for å skaffe mest mulig informasjon om bygningsdelene. Ved å legge inn originale tegninger i tegneprogram er det enkelt å skalere og målsette tegningene og enkelte elementer. Figur 7 viser et eksempel på hvordan de originale tegningene er skalert og målsatt der målsetting mangler. Det gir større sikkerhet og forutsigbarhet ved planlegging av ombruk.



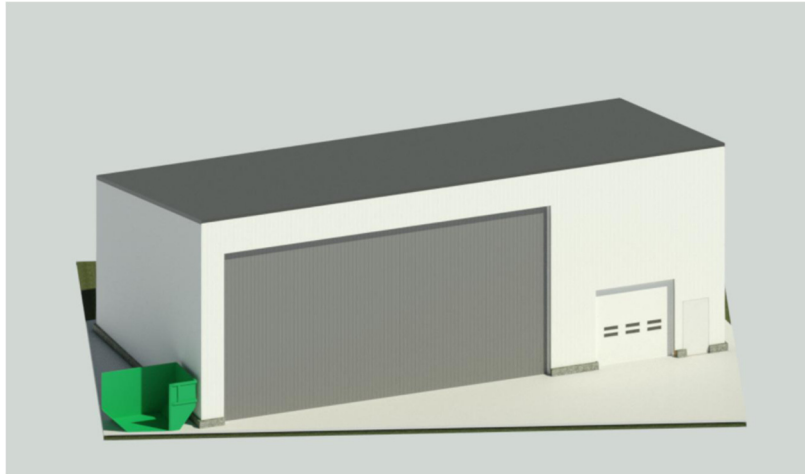
Figur 7. Utklipp fra Revit som viser et eksempel på skalering og målsetting av originale tegninger (Autodesk, 2024).

Til å tegne opp 3D-modellene i rapporten er det brukt Revit 2024 (Autodesk, 2024). Den opprinnelige Revit-filen (tegningsmodell) av produksjonshallen er mottatt fra Markveien 55 Eiendom. Denne modellen er endret og tilpasset denne oppgaven for å lage visuelle fremstillinger av ombruksmaterialene. Det er ikke lagt vekt på å tegne opp detaljer, men hovedelementene er satt sammen for å vise muligheter.

I denne casen er byggeier både utvikler av nytt bygg og entreprenør. De har per i dag to planlagte prosjekter lokalt, det ene er leilighet- og kontorbygget M55, det andre er en produksjonshall til eget bruk. Eksisterende bygg er i hovedsak bygd opp av betongkonstruksjon. Konstruksjonen er ikke designet med tanke på ombruk, men det er mulig å demontere det. Flere av byggematerialene har restlevetid, høy råvarepris, dyr og energikrevende produksjon og god tilstand. Disse kjennetegnene er generelt materialer som er best egnet for ombruk (Multiconsult, 2024). Byggeier ønsker å bruke ombruksmaterialene fra eksisterende bygg, men helst til deres egen produksjonshall, da det er mindre risiko og dokumentasjonskrav knyttet til det. Ved å bruke ombruksmaterialer vil de få erfaring og finne nye løsninger for fremtidige prosjekter.

Den nye produksjonshallen er i utgangspunktet tenkt oppført med bærekonstruksjon i limtre, med plasstøpte fundamenter og gulv. Yttervegger er tenkt i sandwichpaneler (stålpaneler) og tak av TRP plater, tekket med membran. Denne oppbyggingen er valgt fordi det er tilsvarende resten av bebyggelsen på tomten (Maurveien

16). De har allerede sendt inn søknad til kommunen og venter på byggetillatelse. Bygget skal brukes til å lage prefabrikkerte elementer i tre på elementjigg. I dag er jiggen plassert inne i hovedbygget, noe som er for plasskrevende. Den nye produksjonshallen er tegnet 200 m<sup>2</sup> i grunnflate. Tegningsmodellen som vises på figur 8 er mottatt av byggeier.



Figur 8. Opprinnelig design av ny produksjonshall (Markveien 55 Eiendom AS, 2024).

Dersom det skal tas i bruk ombruksmaterialer til denne produksjonshallen, må det gjøres endringer på valg av materialer. De materialene som viser deg å være egnet for ombruk ved Markveien 55 tegnes inn og tilpasses det bygget de skal brukes til.

### 3.4 Kvalitetsvurdering

For å vurdere kvaliteten på det kvalitative forskningsopplegget, brukes begrepene pålitelighet (reliabilitet), troverdighet (intern validitet), overførbarhet (ekstern validitet) og bekreftbarhet (objektivitet) (Johannessen, 2015).

**Reliabilitet** er knyttet til hvilke data som samles inn, hvordan de samles inn og hvordan de bearbeides (Johannessen, 2015). I denne oppgaven er det data knyttet til bygget i Markveien 55. Johannessen mener at reliabilitet er lite hensiktsmessig innenfor kvalitativ forskning, da observasjoner er klart verdiladet og kontekstavhengig. En annen forsker vil ha vanskelig for å kopiere observasjoner, da ingen andre har samme erfaringsbakgrunn og ingen andre kan tolke på samme måte. For å forsterke påliteligheten i denne oppgaven, er det innhentet detaljert informasjon om bygget, tatt nøyaktige målinger og opptellinger. Bilder og beskrivelse av de ulike bygningsdelen kommer frem i ombrukskartleggingen i vedlegg 1.

**Troverdighet** (intern validitet) i kvalitative forskningsopplegg kan dreie seg om i hvilken grad forskerens fremgangsmåte og funn reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten (Johannessen, 2015). I denne oppgaven kunne troverdigheten blitt styrket ved at befaringene ble gjennomført med kompetente personer som har mer utfyllende informasjon om de ulike bygningsdelene, for å se om det ga annen fortolkning av dem.

**Overførbarhet** (ekstern validitet) går ut på å vurdere om resultater kan overføres til liknende fenomener (Johannessen, 2015). Hensikten med forskning er å kunne trekke slutninger utover de umiddelbare

opplysningene som samles inn. I denne oppgaven er det hentet inn data fra et betongbygg som består av tunge bygningsmaterialer fra 1986. Hulldekker har ofte standardiserte mål på bredder og høyder, men for andre bygningsdeler er dimensjoner tilpasset det spesielle bygget. Overførbarheten i denne oppgaven går ut på å generere kunnskap og fortolkninger som kan brukes til å forstå hva som kjennetegner andre bygg med liknende bygningsmaterialer fra samme tidsperiode.

Forskeren har alltid med en førforståelse inn i en undersøkelse (Dalland, 2010). I dette studiet har byggeier uttalt at hele bygget kan demonteres og flyttes. Det har studien vist at ikke lar seg gjøre ved at enkelte materialer inneholder miljøfarlig avfall. På den måten har studiet gitt andre resultater i oppgaven enn det som var forutsett.

### **3.5 Vurdering av metode**

Metodevalget har endret seg i løpet av perioden, da problemstillingen har blitt litt annerledes enn først tenkt. Ved starten av oppgaven hadde byggeier en plan om å gi bort eksisterende bygningsmasse. Det ble laget en salgsannonse hvor de ville gi bort bygget til høystbydende over kr. 0,-. Da var oppgaven å finne en mulig kjøper og planlegge gjennomføringen av «salget». Da skulle det utføres intervjuer med Alta kommune for å finne tomt, rådgivende ingeniør for å gjennomføre beregninger for taklaster og med riveentreprenør for å planlegge flytting. Med økende kunnskap om ombruk av byggematerialer, er denne planen endret.

For å finne svar på om de nye kravene er med på å øke andelen ombruk i byggebransjen, er det blant annet utført ombrukskartlegging (vedlegg 1), klimagassregnskap (vedlegg 2) og økonomisk vurdering som er lagt frem for byggeier. Disse opplysningene er innhentet for å styrke byggeiers beslutningsgrunnlag når han skal ta en avgjørelse om hva som skal skje med eksisterende bygg. Som følge av at det ble utført en ombrukskartlegging, ble byggeiers målsetning kartlagt tidlig i prosessen. Formålet med ombrukskartleggingen var å undersøke hvilke bygningsmaterialer som er egnet for ombruk internt eller eksternt. Byggeier er miljøfyrtårnsertifisert og ønsker en miljøvennlig tilnærming i det nye prosjektet.

Ved å utføre gjøre litteraturstudie og ombrukskartlegging, klimagassberegning for casen, er det fremkommet resultater og svar på problemstillingen. Det vurderes derfor som at valg av metode har vært riktig for å komme frem til svar.

## 4 Resultater

I dette kapitlet presenteres funnene fra casestudiet i Markveien 55. Problemstillingen for oppgaven har vært å undersøke hvordan de nye kravene i TEK17 kan øke andelen ombruk av byggevarer. Casestudiet har tatt for seg en byggeier med et bygg som skal rives til fordel for et nytt bygg. Byggeier er den som tar avgjørelsen om hva som skal gjøres med eksisterende bygg, men han må forholde seg til regelverket. Det har derfor vært viktig å kartlegge hva kravene innebærer og hvilke alternativer som fins for byggeier. For å finne ut hvilke regler som gjelder og hva som skal til for å oppfylle dem, er de ulike kravene utført for eksisterende bygg.

Figur 9 viser eksisterende bygningsmasse i Markveien 55, som ligger i utkanten av Alta sentrum. Bildet er ikke datert, men det er noen år gammelt. Nabotomten Markveien 57, er bebygd med et 5 etasjes leilighet- og kontorbygg. Bildet viser at det er muligheter for mellomlagring av ombrukmaterialer på tomten.



Figur 9. Eksisterende bygningsmasse i Markveien 55, markert med rød ring (Alta havn KF, 2024).

En viktig del av oppgaven med å vurdere ombrukbarhet, er å finne ut hvor og hva materialene skal brukes til. I starten av prosjektet hadde byggeier et ønske om å leie inn et firma til å rive bygget på enkleste måte, eller å få noen til å hente bygget. Byggeier var i utgangspunktet ute etter en så lettvinnt måte som mulig å kvitte seg med problemet på. Byggeier tenkte at dersom noen har bruk for bygget og henter det, er det vel ombruk og 100% miljøvennlig? Det viste seg etter nærmere undersøkelse at flere av materialene ikke er egnet for ombruk grunnet funn av miljøfarlige stoffer, demonterbarhet og restlevetid på materialene. Det var heller ingen som var interessert i bygningsmassen, selv ikke når det var gratis. Figur 10 viser bilde på inne i eksisterende bygningsmasse i Markveien 55.



Figur 10. Bildet viser innsiden av Markveien 55. Foto: Trine Thomassen.

#### 4.1 Ombrukskartlegging

For å få en oversikt over ombrukbare komponenter er det utført en ombrukskartlegging av eksisterende bygg i Markveien 55 (vedlegg 1). Dette er lovpålagt iht. TEK17 §9-7. Tabell 1 viser et utdrag av rapporten som viser en sammenstilling av alle identifiserte materialer som er egnet for ombruk. For å komme frem til denne sammenstillingen, er det utført befaring av bygget der ulike komponenter er vurdert for mulig ombruk. Det er tatt bilder og gjort beregning av mengder og dimensjoner. Det er forsøkt å finne så mye dokumentasjon som mulig om de ulike komponentene.

Tabell 1 viser de komponentene som er egnet (mørk grønn), sannsynlig egnet (lys grønn) og kan være egnet (gul) for ombruk. Vedlegg 1 viser også komponenter som er sannsynlig uegnet og uegnet. Vurderingene er gjort ut fra ombrukspotensiale og restlevetid. Ombrukspotensialet er vurdert etter følgende punkter (vedlegg 1):

- Demonterbarhet: Bygningsmaterialer som er enkle å demontere
- Restlevetid: Forventet gjenstående levetid for materialer. Lang restlevetid øker sjansen for ombruk.
- Volum: Mengden/antallet av materialet. Flere materialer av samme type øker sjansen for ombruk.
- Etterspørsel: Materialer som etterspørres i markedet øker sjansen for ombruk.
- Miljøeffekt: Materialer som gir stor besparelse av klimagasser øker sjansen for ombruk.
- Kost/nytte: Materialer som er dyre å produsere øker sjansen for ombruk.



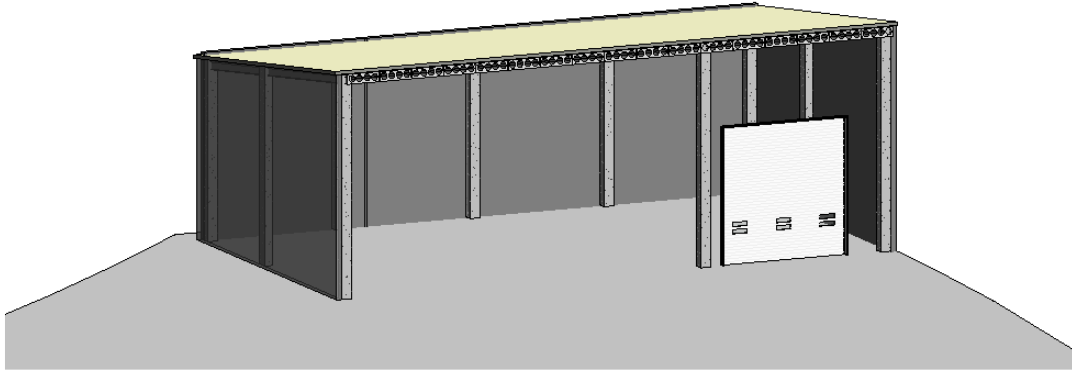
Tabell 1. Oppsummering av komponenter som er egnet og sannsynlig egnet for ombruk, hentet fra ombrukskartlegging Markveien 55, vedlegg 1.

Komponent	Plassering	Mengde	Mulig ombruk	
02 Bygning				
22 Bæresystemet				
222 Søyler	1. etasje	Stål: 7 stk. 100x100 mm Betong: 16 stk. 320x380 mm	Kan ombrukes direkte eller oppsirkuleres dersom tekniske kvaliteter er tilstrekkelig gode. Må vurderes av RIB.	
223 Bjelker	1. etasje	4 stk. stålbejler	Kan ombrukes eller oppsirkuleres. Tekniske kvaliteter må vurderes av RIB.	
23 Yttervegger				
231 Yttervegger	1. og 2. etasje	650 m <sup>2</sup> Høyde 7 meter	Egnet for ombruk dersom de oppfyller tekniske krav.	
234 Porter	1. etasje	4 stk. 4,6x4,8 m	De to nyeste portene er ombrukbar og er sertifisert. De to eldste portene mangler dato for sertifisering, produksjonsår, sertifisering etc.	
25 Dekker				
255 Hulldekker	2. etasje	260 m <sup>2</sup>	Egnet for ombruk dersom de oppfyller tekniske krav.	
255 TRP-plater	2. etasje	115 m <sup>2</sup>	Egnet for ombruk dersom de oppfyller tekniske krav.	
26 Yttertak				
267 Hulldekker	2. etasje Yttertak	518 m <sup>2</sup>	Egnet for ombruk dersom de oppfyller tekniske krav.	
27 Fast inventar				
273 Kjøkkeninnredning	2. etasje	1 stk.	Godt egnet for ombruk.	
28 Trapper				
281 Innvendig tretrapp	1. etasje	1 stk.	Egnet for ombruk.	
281 Innvendig ståltrapp	1. etasje	1 stk.	Godt egnet for ombruk.	
3 VVS-installasjoner				
33 Brannsløkking				
331 - Brannslange	1. etasje	1 stk.	Ombrukbar dersom de blir sertifisert av godkjent bedrift.	
36 Ventilasjon				
362 - Spirokanaler	Hele bygget		Godt egnet for ombruk. Må rengjøres.	
364 - Ventiler	Hele bygget		Egnet for ombruk dersom de er i god stand.	

#### 4.2 Design for ombrukbarhet

For å vurdere ny bruk av ombruksmaterialer i denne oppgaven, er produksjonshallen tegnet opp ved bruk av så mange ombruksmaterialer fra ombrukskartleggingen som mulig, vist på figur 11. Videre er det gjort en vurdering i samråd med byggeier hva som er realistisk for at klimagassregnskap og økonomisk beregning skal bli så reell som mulig. Det er noen usikkerheter rundt ombruksmaterialene, ettersom demonteringen ikke er utført. Dette må tas høyde for i planleggingen. Det kan gå ut over fremdriften dersom det viser seg at hulldekkene som er prosjektert inn, ikke kan brukes. Det kan skyldes dårlig bæreevne ved testing,

utfordringer ved demontering som skader elementene. Dette er en del av sikkerhetsmarginene som må legges inn i planleggingsfasen.



Figur 11. Produksjonshallen tegnet med ombruksmaterialer.

Det må etableres en plass for mellomlagring av byggematerialene som demonteres. Disse må merkes i henhold til demonteringsplan, slik at det er enkelt å montere det opp igjen. Alle materialene må sorteres etter hva som skal brukes og hva som skal kastes.

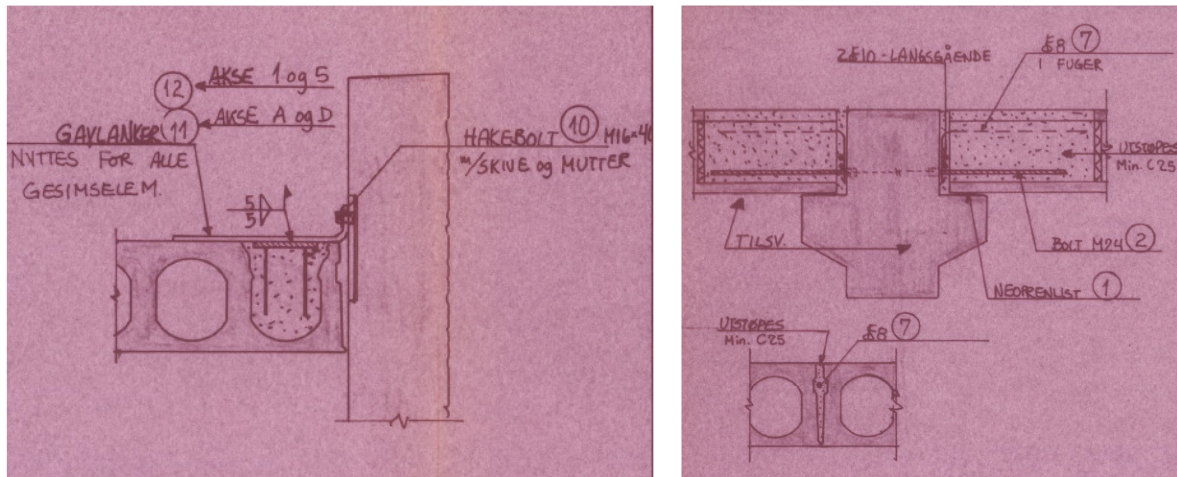
Ombruksmaterialene som er tatt med på tegningen er:

- 237 m<sup>2</sup> (17 stk.) hulldekker HD340
- 235 m<sup>2</sup> sandwich veggelement
- 10 stk. betongsøyler 320x380 mm
- 1 stk. port
- Isolasjon på tak, antatt EPS 80, 100 mm

#### 4.2.1 Hulldekker

Hulldekkene som er brukt på tak, har mest sannsynlig ikke påstøp på toppen. Det foreligger få originale tegninger. Tegningene viser ikke hvor stor mengde armering det er i dekkene, men det fremgår at hulldekkene har fugestøp og endestøp, som er ikke-reversible sammenføyninger, se figur 12. Disse fugene må sages med betongsag og/eller pigges med pigghammer. Hulldekkene kan kappes uten å miste sin spennkraft, men i denne oppgaven er det valgt å beholde hulldekkenes opprinnelige lengde på 11,6 meter.

Når saging av fuger er utført, må rester av betong fjernes for å kunne utføre ny fugestøp og endestøp.



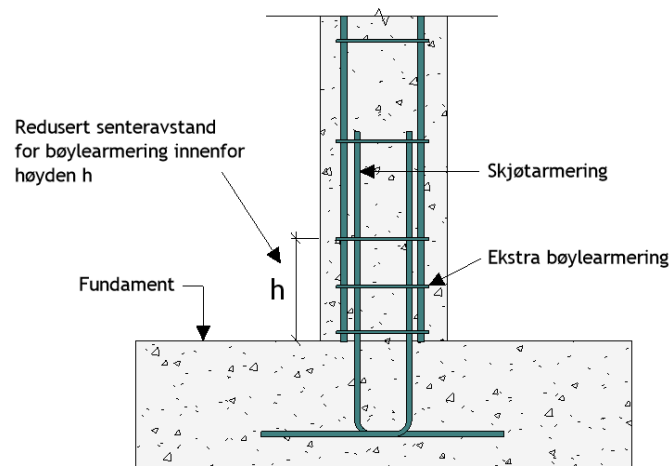
Figur 12. Originale papirtegninger som viser fugestøp og endestøp av hulldekker.

#### 4.2.2 Sandwich veggelementer

Veggelementene er montert fast i bæresystemet med bolteforbindelser. De originale tegningene viser nummerering av elementene, som anslås å være monteringsrekkefølgen. Ved demontering er det en forutsetning at bolteforbindelsene lar seg løsne (reversible), slik at ikke kvaliteten på elementene forringes. Veggene har ikke en bærende funksjon, men de må være hele etter demontering for at de skal kunne brukes.

#### 4.2.3 Betongsøyler

Betongsøylene er støpt fast i fundamentet under gulv på grunn. Gulv på grunn er støpt etter at søylene er montert, og betongen på gulvet går mot søylene. Søylene må derfor kappes over gulv på grunn. Det er vanlig at søyler armeres med ekstra bøylearmering i topp og bunn som vist i figur 13. Denne armeringen blir fjernet når søylen kappes. Dette kan løses ved å montere en klave i stål utenpå søylens fot for å kompensere for manglende tverrgående armering i søylen (SINTEF, 2012). Jaro AS i Alta har utstyr for å finne overdekningstykkelse og lokalisere langsgående og tverrgående armering. Søylenes betongkvalitet og styrke må testes for å skaffe tilveie nødvendig dokumentasjon.



Figur 13. Viser ekstra søylearmring ved søylefot. Basert på SINTEF (2012).

#### 4.2.4 Port

Porten demonteres på samme måte som ved montering. Skum som er brukt til tetting mellom port og vegg kan inneholde miljøfarlige stoffer. Informasjon om dette fremkommer ikke i miljøsaneringsbeskrivelsen for bygget (Thomassen, 2023).

#### 4.2.5 Isolasjon

Isolasjon på tak antas å være standard EPS S80, ca. 200 mm. Denne kan ombrukes når taktekke er fjernet. Isolasjonsplater som er skadet ombrukes ikke.

### 4.3 Klimagassregnskap

For å vurdere om ombruk av byggematerialer er natur- og klimabesparende, gjøres det en beregning av klimagassreduksjonen som oppnår ved ombruk. Klimagassregnskap er et krav for hovedombygging og nybygg av boligblokker og yrkesbygg iht. TEK17 §17-1 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024). Klimagassregnskap utarbeides for å rapportere utslipp og opptak av klimagasser fra materialer. Når ombruksprosjekter skal vurderes, utarbeides klimagassberegning som sammenstiller eksisterende element med et referanseelement.

Klimagassberegningen som er utført i denne oppgaven er basert på *Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap* (Direktoratet for byggkvalitet, 2023). Beregningen omhandler de bygningselementene som er vurdert som egnet og sannsynlig egnet for ombruk (ref. kap. 4.1.).

Et klimagassregnskap er relativt komplekst å utarbeide. Like komplekst kan det være å kvalitetssikre og bruke dem. For det meste så handler det om å innhente data fra produktspesifikke EPDer for ulike materialer. Men det fins ulike oppsett og mange forskjellige parametere, så det er viktig at det brukes riktige tall og enheter. I Norge har TEK17 egne prinsipper for å beregne klimagasser, i motsetning til andre land. Etter TEK17 §17-1 skal det for byggevarer som inneholder biobaserte råvarer benyttes utslippsverdier basert på prinsippet om umiddelbar oksidasjon (Direktoratet for byggkvalitet, 2023). Da skal verdier for GWP-IOBC hentes ut av EPDen. Fra internasjonale EPDer skal det hentes ut tall for GWP-GHG eller GWP-fossil. Hele

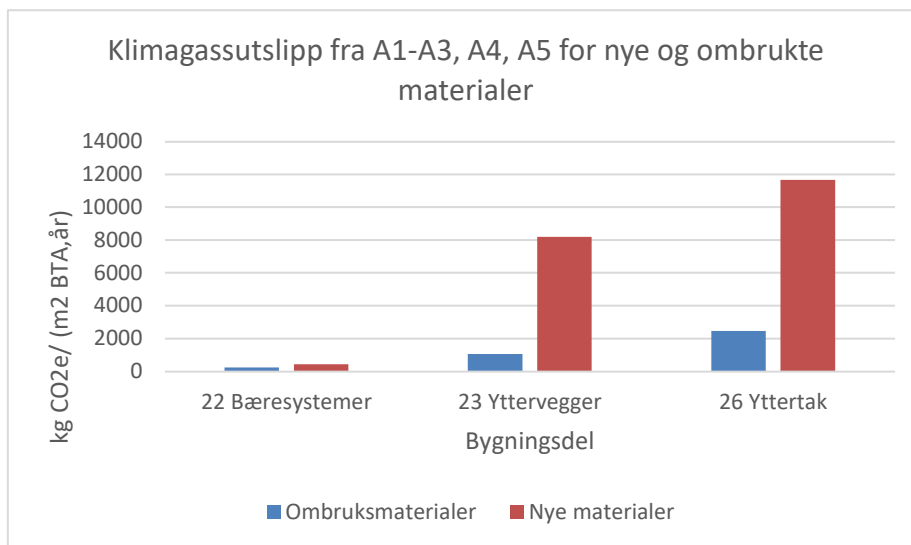
klimagassberegningen som er gjort for de relevante bygningsdelene finnes i klimagassregnskapet i vedlegg 2.

Tabell 2 viser sammenligning av den totale besparelsen av klimagassutslipp for nye og ombrukte materialer fra modulene A1-A3, A4 og A5 (ref. kap. 2.4.2). Den viser at for kapittel 22 Bæresystemer er besparelsen 46 % i utslipp av klimagasser dersom det benyttes ombrukte materialer kontra nye materialer. I kap. 22 Bæresystemer inngår søyler og bjelker. I kap. 23 Yttervegger inngår yttervegger og porter. Og i kap. 26 Yttertak inngår hulledekker og isolasjon.

Figur 14 viser en grafisk framstilling av tabell 2, der klimagassutslipp fra nye og ombrukte materialer er stilt opp i et stolpediagram. Stolpediagrammet viser at mengdene varierer innenfor hver av bygningsdelene. Det planlegges å ombruke hulledekker fra yttertak. Dette utgjør størst mengde, men også klart størst besparelse i klimagassutslipp.

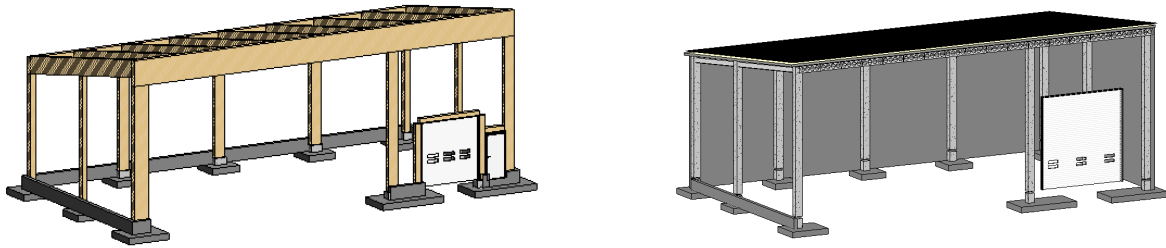
Tabell 2. Sammenligning av den totale besparelsen av klimagassutslipp for nye og ombrukte materialer.

	Besparelse i %
22 Bæresystemer	46 %
23 Yttervegger	87 %
26 Yttertak	79 %
<b>Totalt</b>	<b>81 %</b>



Figur 14. Klimagassutslipp for nye og ombrukte bygningsdeler.

Figur 15 er en visuell fremstilling av materialene som er planlagt ombrukt. Byggeier har prosjektert oppbyggingen av hallen i limtre (til venstre). Men dersom det kan brukes ombrukte materialer, vil konstruksjonen bygges i betong. Fundamentene er kun tatt med for fremstillingen sin del, de skal ikke ombrukes.



Figur 15. Sammenligning av prosjektert bygg med limtrekonstruksjon til venstre og konstruksjon med ombruksmaterialer til høyre.

#### 4.4 Økonomisk vurdering

Å realisere ombruksmaterialer kan avhenge av prisen. Per i dag forventes det at det er dyrere å benytte seg av ombruksmaterialer, enn å kjøpe nytt. Nye materialer er mer forutsigbar å ta i bruk, og fås til rett tid og i ønsket utførelse. I denne oppgaven er det viktig å få fram hva det koster å bruke ombruksmaterialer i stedet for å kjøpe nye materialer, slik at byggeier har disse opplysningene tilgjengelig. Det er vanskelig å finne en nøyaktig pris på demontering, da det er mange usikkerhetsfaktorer. Det må også tas høyde for at innleide selskap ønsker å utføre slikt arbeid på medgått tid, og ikke på fastpris.

I dette tilfellet kan byggeier gjøre det meste av demontering selv, men de ønsker likevel et anslag på hva det vil koste ekstra. Det må også dokumenteres i de tilfeller der det skal leies inn selskap til å utføre jobben, eller dersom det skal søkes om midler til å finansiere prosjektet.

Tabell 3 viser en økonomisk oversikt over bruk av ombruksmaterialer og tabell 4 viser økonomisk oversikt ved bruk av nye materialer for produksjonshallen. Det er valgt å sammenligne de samme materialene som ble brukt i klimagassregnskapet, altså ombruksmaterialer i betong sammenlignet med prosjektert konstruksjon i limtre og sandwichpaneler. Priser på betongsaging er mottatt fra byggeier. Pris på testing av ombrukshuldekker er mottatt fra Jaro AS. Resten av prisene er hentet fra Holte Smartkalk som baseres på erfaringspriser (Holte, 2024).

Tabell 3. Økonomisk oversikt ved bruk av ombruksmaterialer til produksjonshall.

Ombruksmaterialer	Mengde	Enhet	Pris	Sum	Kommentar
<b>22 Bæresystem</b>					
<b>222 Betongsøyler 320x380</b>	10	stk.			
Demontering	40	t	1500	kr 60 000	Med kran
Betongsaging	10	stk.	3500	kr 35 000	
Testing av kvalitet og styrke	30	t	750	kr 22 500	
Forsterkning av søylefot	10	stk.	1500	kr 15 000	
Transport til mellomlagring	1	stk.	3000	kr 3 000	Med lastebil
<b>23 Yttervegger</b>					
<b>231 Bærende yttervegger</b>	235	m <sup>2</sup>			
Demontering	40	t	1500	kr 60 000	Med kran
Testing av kvalitet og styrke	20	t	750	kr 15 000	
Transport til mellomlagring	1	stk.	3000	kr 3 000	Med lastebil
<b>234 Port 4,6x4,8 m</b>	1	stk.			
Demontering	5	t	1000	kr 5 000	
Testing av kvalitet	4	t	750	kr 3 000	
Klargjøring	2	t	750	kr 1 500	
Transport til mellomlagring	1	stk.	3000	kr 3 000	Med lastebil
<b>26 Yttertak</b>					
<b>267 Hulldekker 11,6 m</b>	237	m <sup>2</sup>			
Betongsaging	180	m	3500	kr 630 000	
Nye løftekroker	16	stk.	4000	kr 64 000	
Demontering	40	t	1500	kr 60 000	Med kran
Pigging og rensking	40	t	750	kr 30 000	
Testing av kvalitet og styrke	15	t	750	kr 11 250	
Merking	4	t	750	kr 3 000	
Transport til mellomlagring	1	stk.	3000	kr 3 000	Med lastebil
<b>262 Trykkfast isolasjon 100</b>	250	m <sup>2</sup>			
Demontering	30	t	750	kr 22 500	
Rengjøring	10	t	750	kr 7 500	
Transport til mellomlagring	1	stk.	3000	kr 3 000	Med lastebil
<b>SUM</b>				<b>kr 1 060 250</b>	

Tabell 4. Økonomisk oversikt ved bruk av prosjekterte materialer i limtre på produksjonshall.

Nye materialer	Mengde	Enhet	Pris	Sum	Kommentar
<b>22 Bæresystem</b>					
222 Limtresøyler	10	stk.	700	kr 7 000	
<b>23 Yttervegger</b>					
232 Sandwichpaneler	235	m <sup>2</sup>	700	kr 164 500	
234 Port 2,5x3 m	1	stk.	25000	kr 25 000	
<b>26 Yttertak</b>					
261 Limtrebjelker	150	m	700	kr 105 000	
261 TRP-plater 160 mm	250	m <sup>2</sup>	400	kr 100 000	
262 Trykkfast isolasjon 100	250	m <sup>2</sup>	400	kr 100 000	
<b>SUM</b>				<b>kr 501 500</b>	

I regnestykket i tabell 4, bør det også tas med kostnader til å levere eksisterende bygningsmasse som avfall dersom de velger å kjøpe nye materialer. Selv om byggeier velger å ombruke enkelte materialer fra eksisterende bygningsmasse, er det fortsatt en god del som må leveres som avfall. Dette er valgt å holdes utenfor den økonomiske oversikten.

#### 4.5 Avfallsminimering

Dersom byggebransjen skal klare å oppnå klima- og miljøambisjonene som Norge har forpliktet seg gjennom Parisavtalen, må avfallsmengden per kvadratmeter reduseres betraktelig de neste årene (Laberg, Det må settes klare ambisjoner for avfallsminimering, 2024). En viktig faktor er å få ryddet opp i samhandlingskrøll på byggeplassene (Holme, 2022). Økt digital samhandling mellom aktørene i et byggeprosjekt vil føre til at mindre arbeid på byggeplassen må korrigeres. Det fører også til unødvendig skrotting av byggevarer. Bedre planlegging og digitalisering av nybygg og rehabiliteringsprosjekter vil føre til avfallsreduksjon.

Økt grad av ombruk er også en form for avfallsminimering. Ved å ombruke materialer, hindrer vi at brukbare materialer blir til avfall. I denne casen er det planlagt å ombruke en del materialer som er listet opp i tabellen nedenfor. Tabell 5 viser et anslag på hvor mange tonn avfall som er spart fra å havne på avfallsanlegg.



Tabell 5. Utregning av avfallsmengder.

Avfallsmengder					
	Mengde	Enhet	Kg pr. enhet	Sum kg	Sum tonn
<b>22 Bæresystem</b>					
222 Betongsøyler	10	m <sup>3</sup>	2400	24000	<b>24,0</b>
<b>23 Yttervegger</b>					
231 Bærende yttervegger	42	m <sup>3</sup>	2400	100800	<b>100,8</b>
234 Port 4,6x4,8 m	1	stk.	400	400	<b>0,4</b>
<b>26 Yttertak</b>					
267 Hulldekker 11,6 m	237	m <sup>2</sup>	450	106650	<b>106,7</b>
262 Trykkfast isolasjon	250	m <sup>2</sup>	1,3	325	<b>0,3</b>
<b>SUM</b>					<b>232,2</b>

Ved å ombruke planlagte mengder materialer i denne casen, reduseres til sammen ca. 232,2 tonn avfall. De vil sannsynligvis bli avfall en dag, men ved å bruke materialets restlevetid, reduseres avfallsmengden i dette prosjektet.

#### 4.6 Lokal verdiskapning

Arbeidet med ombrukskartlegging og klimagassregnskap er tidkrevende prosesser. Demontering av bygninger og klargjøring for ombruk er mer omfattende enn riving. Dette fører til merarbeid for arkitekter, ingeniører, entreprenører og andre som skal utarbeide disse arbeidene. Ved å øke kompetansen innen ombruk på alle nivå, kan viktige arbeidsplasser beholdes i Nord-Norge. Dette er viktig for lokal verdiskapning i nord, basert på ressurser som tidligere er behandlet som avfall.

Både prosjektgruppen i Alta og Ombruk i Nord i Tromsø har arbeid- og inkluderingsbedrifter som deltar i prosjektene. Arbeid- og inkluderingsbedrifter jobber for at mennesker som står utenfor arbeidslivet skal komme i ordinært arbeid og/eller utdanning (Aski AS, 2024). Disse bedriftene har behov for eksterne arbeidsplasser for arbeidsutprøving og trening i arbeidslivsferdigheter. Arbeidsplasser som skapes gjennom økt andel av ombruk er blant annet henting, levering, sortering, redesign, salg og avfallshåndtering. Dette er arbeidsoppgaver som ikke krever høyere utdanning, men det kan utføres med nødvendig opplæring. Dermed er slike arbeidsplasser viktig for samfunnet. Det bidrar til et mer inkluderende arbeidsliv.

## 5 Diskusjon

I dette kapitlet vil resultatene fra litteraturstudiet og casestudiet tolkes og diskuteres. Kapitlet er bygd opp med samme rekkefølge som forskningsspørsmålene.

### 5.1 Hva innebærer de nye kravene i TEK17?

De nye kravene i TEK17 innebærer at det må utarbeides ombrukskartlegging for rive- og renoveringsprosjekter over 100 kvadratmeter. For nye boligblokker og yrkesbygg skal det utarbeides klimagassregnskap basert på NS 3720. Disse kravene fører til økt arbeid og innleid konsulentbistand, da både ombrukskartlegging og klimagassregnskap er tidkrevende prosesser. Samtidig kan vi ikke vente med å iverksette tiltak for å nå Norges klimamål.

I dag er den største utfordringen mangel på mellomagringsløsning for brukte byggematerialer. Det er nødvendig å ha et sted å plassere brukte byggematerialer før de skal inn i et nytt prosjekt (Ross, 2024). I Finnmark er Vefas IKS i gang med en forstudie til et prosjekt som er delvis finansiert av Finnmark fylkeskommune for å kartlegge mulighetene for en ombrukssentral. Uansett hva forstudiet resulterer i, bør myndighetene bidra med økonomiske rammer slik at flere ombrukssentra blir etablert. Det er en klar flaskehals i dag. En entreprenør i Alta kom med et eksempel der de hadde 30 nye toaletter som var feilbestilt til et prosjekt. De forsøkte å gi dem vekk til kr. 0,-. De fikk gitt bort ett, men 29 ble levert til avfallsanlegget på grunn av manglende mellomagringskapasitet. Disse toalettene var også gulvmontert, så entreprenøren anså det som lite sannsynlig at de ville få bruk for dem i nært forestående prosjekter, ettersom det oftest leveres veggmonterte.

Ved ombruk av byggematerialer er det krav om å fremlegge dokumentasjon for materialer. I mange tilfeller krever byggherre at alle materialer som leveres til et prosjekt har nødvendig dokumentasjon for at garanti skal gjelde. Det gjelder både nye og ombruksmaterialer. Endringene i byggevarerforskriften gjør at det ikke stilles krav til CE-merking for byggevarer som tas ut av byggverk byggevarer som det ikke er foretatt vesentlige endringer av og byggevarer som skal brukes på nytt i et byggverk. Formålet med disse endringene er å gjøre det enklere å omsette brukte byggevarer (Moen O. M., 2022). Det er lett å forstå at byggherre ønsker at garantien skal gjelde uavhengig av om byggevarerne er ny eller brukt. Men når det også stilles krav til å bruke ombruksmaterialer, som i et BREEAM-prosjekt, må også byggherre kunne ta en del av risikoen forbundet med det. Dersom det velges å ta imot ombruksmaterialer med redusert levetid sammenlignet med nye materialer, bør byggherre se verdien av besparelsen det utgjør for miljøet. Entreprenører som utfører arbeider som offentlige anskaffelser vil havne i en skvis mellom klimagassregnskap og byggherre, dersom byggherre til syvende og sist ønsker nye materialer med full garanti.

### 5.2 Hvordan påvirker de nye kravene beslutningstaker?

Beslutningstaker, i dette tilfellet byggeier, kan velge hva han vil gjøre med eksisterende bygg i Markveien 55, så lenge han følger alle krav i byggeteknisk forskrift.

Ombrukskartleggingen synliggjør potensialet for ombruk av materialer. I denne casen er det kartlagt at betongsøyler, hulldekker, sandwichvegger i betong, port og isopor er ombrukbare materialer, som kan ombrukes direkte i ny produksjonshall som er under planlegging internt. Generelt har betongkonstruksjoner lang levetid, men er ofte bundet sammen med ikke-reversible sammenkoplinger. Det vil si at det må tas i bruk betongsag, pigghammer og liknende for å demontere konstruksjonene.

Kravet til klimagassregnskap gjelder for nye boligblokker og yrkesbygg. I denne oppgaven har vi valgt å utarbeide et klimagassregnskap som sammenligner ombruksmaterialer med nye materialer for å synliggjøre

klimagassbesparelsen. Utregningen viser at det er stor besparelse av klimagassutslipp og avfallsmengde dersom disse materialene ombrukes.

Materialene som skal ombrukes må testes for å skaffe nok informasjon om bæreevne og kvalitet. Bli dette for mye ekstra arbeid for å spare miljøet? TEK17 stiller ikke noen skal-krav etter at ombrukskartleggingen og klimagassregnskapet er utarbeidet. Byggeier kan fortsatt velge å rive bygget i sin helhet og levere det som avfall. Her bør regelverket være enda tydeligere på at ombrukbare materialer skal brukes og ikke kastes.

I denne prosessen spiller tid en viktig faktor. Når byggeier har solgt tilstrekkelig antall leiligheter og leid ut nok næringsareal i det nye bygget, er de klar for å gå i gang med byggingen. Og da må eksisterende bygningsmasse fjernes.

Denne studien gir svar på hvilke byggematerialer som er ombrukbare og gir et eksempel på hvor de kan ombrukes direkte i ny produksjonshall. I et slikt prosjekt kan det være den økonomiske økningen ved å velge ombruk som er med på å påvirke beslutningstaker. I slike tilfeller kan det være aktuelt å søke om midler fra ulike tilskuddsordninger som kan være med som en pådriver for å realisere ombruksprosjekter. Sparebank1 Nord-Norge har en tilskuddsordning som heter Grønt samarbeid. Der kan aktører som samarbeider om å redusere sitt klimaavtrykk, søke om inntil 5 millioner til klimavennlige prosjekter (Sparebank1 Nord-Norge, 2024). Andre muligheter er å søke om midler fra kommunen, Finnmark fylkeskommune eller Enova. De fleste tilskuddsordninger dekker inntil 50 % av de faktiske merkostnadene med å utføre klimavennlige prosjekter. I dette tilfeller kunne det vært svært aktuelt å søke om midler til å realisere ombruk av byggematerialer. Det er en tidkrevende prosess å søke om tilskudd, så det må eventuelt gjøres etter at oppgaven er levert inn. Det anbefales å søke om tilskudd, da byggeier vil få erfaring med ombruksmaterialer ved å utføre et slikt prosjekt.

En av grunnene til at denne oppgaven ble gjennomført, var fordi byggeier ikke hadde kapasitet til å gjøre en like grundig undersøkelse selv. Det stiller krav til ekstra planlegging ved ombruksprosjekter. Demonteringsarbeidet må planlegges godt, og det må tas høyde for usikkerhetsmomenter som kan oppstå. Det stilles krav til helse-, miljø og sikkerhetstiltak på linje med nybygg. På samme måte som materialene monteres, skal de demonteres. Men det kan være farlig å rive eksisterende bygg. Det gjelder både ved funn av farlig avfall som asbest, og ved demontering av bærende konstruksjoner med svekket bæreevne, som kan kollapse.

Det skrives mange artikler som viser til negative tall med ombruk og materialgjenvinning. En del av dette studiet har forsøkt å motbevise de som mener at ombruk i byggeprosjekter er lite lønnsomt. For lønnsomhet kan ikke bare regnes i kroner og øre. Vi må ta inn over oss at råvarebruk også må tas med i regnestykket og tas på alvor.

Det diskuteres også i media og internt i prosjektgrupper, om vi skal ha fokus på ombruk av de enkle eller de vanskelige byggematerialene? På dette spørsmålet er nok svaret, ja takk begge deler. De aktørene som har kompetanse på de ulike byggematerialene, bør komme med retningslinjer for hvordan de kan gjøres mer klimavennlig og mer demonterbar i fremtiden.

### **5.3 Hvilke tiltak vil øke andelen ombruk ytterligere?**

Ved at flere parter går sammen om å øke sin kompetanse innen ombruk og klimagassregnskap, er det flere som er med på å drive kulturen i riktig retning. Innenfor ombrukshulldekker er det allerede kommet på plass en standard for testing og dokumentasjon (Standard Norge, 2022). I Sør-Norge har Spenncon og Nordic Demolition inngått et samarbeid om ombruk av betongelementer i nye bygg. Målsetningen med samarbeidet er at det vil være med på å redusere kostnadene ved ombruk av hulldekker og dermed gjøre det til et reelt alternativ for flere utbyggere i fremtiden (Holmeid, 2023). I artikkelen trekker de frem viktigheten med å samarbeide på tvers av verdikjeden og dele kompetanse. Det samme oppleves i møte med prosjektgruppen Ombruk i nord, der de gjør alle ombrukskartleggingsrapporter offentlig slik at hvem som helst kan lære av det de gjør, samtidig som alle kan se hvilke ombruksmaterialer som er tilgjengelig i området.

Nye boligblokker og yrkesbygg skal i dag prosjekteres slik at de senere kan demonteres. Det er et krav som vil være med på å øke andelen ombruk i fremtiden. For å prosjektere for demontering, er det viktig at nye byggemetoder utvikles. Det gjelder blant annet nye metoder for:

- Innfestinger som er reversible
- Dokumentasjon som kan fremlegges mange år etter at bygget er satt opp
- Materialer som ikke inneholder miljøfarlige stoffer

Med innfestinger som er reversible menes det nye byggemetoder som ikke destruerer byggematerialene ved demontering. Et eksempel som er vurdert i denne oppgaven er å undersøke muligheten for å bruke veggelementer i betong som gulvelementer. Både for og kunne demontere det senere og for å ombruke flere veggelementer i denne casen. Utfordringen var at det er et isolasjonssjikt mellom betongsjiktene, det kan bli problemer med bæreevnen til gulvet når det er behov for å kjøre inn med truck og andre tunge kjøretøy. Men dette er noe som bør vurderes som en mulig gulvløsning i fremtiden. Fundamenter prefabrikeres på enkelte bygg i dag, men gulv plasstøpes i de aller fleste tilfellene. Ved demontering må det sages og pigges for å fjerne gulvet og det kan ofte ikke brukes til noe annet enn knuses til fyllmasser.

#### **5.4 Hvilken kompetanse må til for å møte de nye kravene?**

Kompetanse som må til for å utføre ombrukskartlegging og klimagassberegning tilbys gjennom kurs fra ulike kommersielle aktører. Som faglig bakgrunn anbefales det arkitekt- eller ingeniørutdanning, eller annen teknisk utdanning og gjerne noe arbeidserfaring. Alle bygg er forskjellig bygd og har forskjellig vedlikeholdsgrad, så det må gjøres egne vurderinger for hvert bygg.

For de som skal utføre demontering og bearbeiding av materialer, fremkommer det i NS 3682 for ombrukshuldekker. Kompetanse innenfor HMS er også svært viktig ved demontering.

For at aktørene som arbeider med ombruksmaterialer skal være trygg på det arbeidet de utfører, er det nødvendig med mer forskning og flere pilotprosjekter. Flere prosjekter øker antallet referanser og samler resultater og anbefalinger fra ombruk av ulike materialtyper.

## 6 Konklusjon/oppsummering

Målet med denne oppgaven var å undersøke hvordan de nye kravene til ombruk og klimagassregnskap i TEK17, bidrar til å øke andelen ombruk av byggematerialer. Dette med utgangspunkt i en case der eksisterende bygningsmasse i Markeveien 55 skal rives, og utvalgte materialer er vurdert ombrukt i en ny produksjonshall.

Før byggeier ble klar over de nye kravene, var alternativet og enten gi bort hele bygget i Markeveien 55 for å bli kvitt det, eller å rive det med gravemaskin i sin helhet. Demonteringsarbeidet viser seg å være for omfattende til å bevare enkelte bygningsdeler. I dag fins det heller ikke gode logistikk-løsninger for mellomagring og omsetning av ombruksmaterialer lokalt, dersom det ikke er plass til dette på egen tomt.

Resultatet av arbeidet viser at de nye kravene i TEK17 uten tvil bidrar positivt til å øke andelen ombruk og redusere klimagassutslipp.

Ved å ta i bruk ombruksmaterialer på valgte case (produksjonshall) fører ombruk til:

- 50 % økte kostnader
- 81 % besparelse i utslipp av klimagasser
- 232 tonn mindre avfall

De nye kravene i TEK17 stiller krav om å utføre ombrukskartlegging og klimagassregnskap. Dette gjør at funnene ovenfor blir belyst, men det er ikke noen krav i TEK17 om at ombruk MÅ gjennomføres. Det er derfor opp til byggeier å ta endelig beslutning om å ombruke eller ikke, det vil si i forhold til økonomi og praktisk gjennomføring.

Det er også kommet inn krav i TEK17 om at nye bygg skal planlegges for fremtidig demontering. Da kan vi stille spørsmål om hvilke materialer som er demonterbare? Er hulledekker, montert på dagens vis demonterbare? Svaret er kanskje ja, men her bør det utvikles nye, bedre løsninger enn ende- og fugestøyp. Dette er en viktig jobb i dag og i fremtiden.

De nye kravene som har kommet på plass, tvinger hele næringskjeden til å tenke nytt og øke sin kompetanse innenfor ombruk og klimagasser. Alt fra rådgivere, arkitekter, entreprenører og byggherrer må forholde seg til disse kravene og både kunne utarbeide, men også kontrollere denne typen rapporter. Det er også viktig at vi får en felles plattform og standard utforming av disse rapportene slik at det blir oversiktlig å finne fram.

### 6.1 Veien videre

Arbeidet med denne oppgaven har gitt økt motivasjon til å jobbe videre innenfor dette temaet. Det ville vært svært interessant og søkt om midler til å gjennomføre dette ombruksprosjektet for å se hvilke resultater det gir. Dette kan gjøres gjennom prosjektet til Vefas IKS som er delfinansiert av Finnmark Fylkeskommune.

Kravene i TEK17 kan også spesifiseres ytterligere og gjøres mer konkret i forhold til skal-krav. Det bør være krav om å sette opp en prioriteringsliste med materialer som skal ombrukes, slik det er for BREEAM-nor prosjekter.

## 7 Referanser

- Alta havn KF. (2024, Mai 13). *Flyfoto*. Hentet fra <http://www.altahavn.custompublish.com/index.php?&id=4848596&cat=39523&showid=14168&startslide=16&nf=1bih=632&dpr=1.5#imgrc=YHwqK04nzhbLZM>
- Aski AS. (2024). *Aski AS*. Hentet fra Arbeidsinkludering: <https://aski.no/arbeidinkludering>
- Asplan Viak AS. (2021, April 23). Reuse principles. [Fremtidennord.no](https://www.fremtidennord.no).
- Autodesk. (2024, Mai 14). *Education*. Hentet fra Edu-software: <https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?sorting=featured&filters=individual>
- Avfall Norge. (2016, April 18). *Avfall Norge*. Hentet fra Nyheter: <https://avfallnorge.no/bransjen/nyheter/regjeringen-endrer-avfallsdefinisjonene-i-forurensningsloven>
- Avfall Norge. (2024, Mai 9). *Avfall Norge*. Hentet fra Gjenvinning: <https://avfallnorge.no/om-bransjen/gjenvinning>
- Betong Norge. (u.d.). Rammeverk for dokumentasjon av ombrukshulldekker.
- Bjerring, D. (2023). Vil utnytte avfallet fra byggebransjen. *Altaposten*.
- Bjørnnes, A. K. (2019, Oktober 31). *Sykepleien.no*. Hentet fra Forskning: <https://sykepleien.no/forskning/2019/09/kvalitet-i-quantitativ-metode-et-innblikk>
- Byggmesteren. (2023, Mars 10). Tirsdag åpner Europas største ombrukssentral. *Byggmesteren*.
- Dalland, O. (2010). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022, Juli 1). *Webområde for Direktoratet for byggkvalitet*. Hentet fra Webområde for Direktoratet for byggkvalitet: <https://www.dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/regelendringer-fra-1.-juli>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2023, August 18). *Direktoratet for byggkvalitet*. Hentet fra Veileder om klimagassregnskap: <https://www.dibk.no/byggtekniske-omrader/veileder-om-klimagassregnskap/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2023). *Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap*. Direktoratet for byggkvalitet.
- Direktoratet for byggkvalitet. (2024). *Byggesaksforskriften*. Hentet fra <https://www.dibk.no/regelverk/sak>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2024). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Hentet fra Regelverk: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/17/17-1>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2024). *Direktoratet for byggkvalitet*. Hentet fra Verktøy og veivisere: <https://www.dibk.no/verktoy-og-veivisere/produktokumentasjon-bransjen>
- Direktoratet for byggkvalitet. (u.d.). *Direktoratet for byggkvalitet*. Hentet fra Byggevareforordningen: <https://www.dibk.no/regelverk/dok/byggevareforordningen/byggevareforordningen>
- Framtiden i våre hender Nord. (2024). *Framtiden nord*. Hentet fra Ombruk i nord: <https://framtidennord.no/index.php/ombruk-i-nord>
- Grønn Byggallianse. (2021). *Webområde for Grønn byggallianse*. Hentet fra Kunnskapscenter: <https://byggalliansen.no/kunnskapscenter/ombruk-i-byggeprosjekter/>
- Grønn byggallianse. (2024). *Byggalliansen*. Hentet fra Sertifisering: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2022/10/Om-BREEAM-NOR-pa-under-tre-minutter.mp4>

Grønn byggallianse og Statsbygg. (2021). *Veileder for bestilling av ombrukskartlegging*. Oslo: Grønn byggallianse og Statsbygg. Hentet fra Veileder : [https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2023/06/Veileder\\_ombrukskarlegging\\_2023\\_original\\_nettsidig.pdf](https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2023/06/Veileder_ombrukskarlegging_2023_original_nettsidig.pdf)

Gunnarsjaa, A. (2024, Mai 9). *Store norske leksikon*. Hentet fra Signalbygg: <https://snl.no/signalbygg>

Holme, S. Ø. (2022, Norvember 19). *Verden på vei mot 2,5 grader*. Hentet fra Sintef: <https://www.sintef.no/siste-nytt/2022/verden-pa-vei-mot-25-grader-det-gjor-ett-grep-i-byggenaringen-stadig-viktigere/>

Holmeid, Å. (2023, Desember 21). *Byggeindustrien*. Hentet fra Inngår samarbeidsavtale om ombruk av hulldekker: <https://www.bygg.no/inngar-samarbeidsavtale-om-ombruk-av-hulldekker/1542589/>

Holte. (2024). *Holte.no*. Hentet fra Smartkalk:

[https://holte.no/smartkalk/?gad\\_source=1&gclid=EAlaIQobChMI5cqIz9XlhQMVLA-iAx2rmgKkEAAAYASAAEgIdh\\_D\\_BwE](https://holte.no/smartkalk/?gad_source=1&gclid=EAlaIQobChMI5cqIz9XlhQMVLA-iAx2rmgKkEAAAYASAAEgIdh_D_BwE)

Johannessen, L. C. (2015). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt forlag AS.

Kommunal- og distriktsdepartementet. (2017, Juli 1). *Lovdata*. Hentet fra Forskrift om tekniske krav til byggverk: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>

Kyllingstad, S. (2020). *Hus på vei, hus i veien*. Kristiansand: Nye Veier AS.

Laberg, B. (2023, Juni 1). *Byggfakta*. Hentet fra Å kartlegge ombruk kan være en del av byggherrens miljøstrategi: <https://byggfaktanyheter.no/a-kartlegge-ombruk-kan-vaere-del-av-byggherrens-miljostrategi/>

Laberg, B. (2024, Mars 22). *Det må settes klare ambisjoner for avfallsminimering*. Hentet fra Aktuelt: <https://byggfaktanyheter.no/det-ma-settes-klare-ambisjoner-for-avfallsminimering/>

Lovdata. (2023, Januar 10). *Plan- og bygningsloven*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>

Lovdata. (2024, Januar 1). *Avfallsforskriften*. Hentet fra Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930?q=avfallsforskriften>

Markveien 55 Eiendom AS. (2024, April 2). *Indutribygg\_Peyma\_ produksjonshall.rvt*. Alta, Norge.

Miljøverndepartementet. (2013, Juni). *Regjeringen*. Hentet fra Fra avfall til ressurs:

[https://www.regjeringen.no/contentassets/27128ced39e74b0ba1213a09522de084/t-1531\\_web.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/27128ced39e74b0ba1213a09522de084/t-1531_web.pdf)

Moen, O. M. (2022, August 22). *Kvale*. Hentet fra Artikler: <https://www.kvale.no/artikler/endringer-i-byggeforskrifter-for-a-tilrettelegge-for-ombruk-av-byggevarer/>

Moen, O. M. (2022, August 18). *Kvale*. Hentet fra Endringer i byggeforskrifter for å tilrettelegge for ombruk av byggevarer: <https://www.kvale.no/artikler/endringer-i-byggeforskrifter-for-a-tilrettelegge-for-ombruk-av-byggevarer/>

Multiconsult. (2024, Januar 1). *Byggindustrien*. Hentet fra Innlegg: <https://www.bygg.no/innlegg-enormt-potensial-for-ombruk-av-byggematerialer-hvordan-realiserer-det/1544290/>

Nordal, A. G. (2023). Denne byggemetoden kan redusere 70 prosent av klimautslippene. *Tekna Magasinet*.

Norkart AS. (2024, Mai 13). *Kommunekart*. Hentet fra Grunnkart arealplan:

[https://kommunekart.com/klient/alta/grunnkart\\_arealplan](https://kommunekart.com/klient/alta/grunnkart_arealplan)

Norsk betongforening. (2020). *Publikasjon nr. 37 Lavkarbonbetong*. Oslo: Norsk betongforening.

Pettersen, M. M. (2020, Juni 30). *Norsk gjenvinning*. Hentet fra Gjenvinningsbloggen:

<https://blogg.norskgjenvinning.no/ombruk-av-byggematerialer>

Regjeringen. (2023, August 28). Hentet fra Klima og miljø: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>

Resirqel AS. (2024, Februar 26). Presentasjon. Alta.

Resirqel, T. (2019). *Forsvarlig ombruk av byggevarer*. Oslo: Direktoratet for byggkvalitet (Dibk).

Rokkan, A. (2024, April 6). Hvordan stave sirkulærøkonomi. *Dagens Næringsliv*, ss. 22-23.

Ross, M. (2024, Februar 6). *Teknisk ukeblad*. Hentet fra <https://www.tu.no/artikler/nye-regler-skulle-gi-mer-gjenbruk-av-byggematerialer-billigst-a-kjope-nytt-br/536676>

SINTEF. (2012). *520.234 Søyler av armert betong. Dimensjonering*. Oslo: Sintef byggforsk.

SINTEF. (2022). *Ombruk av byggematerialer. Veileder for dokumentasjon av ytelser*. Oslo: SINTEF akademisk forlag.

SINTEF. (2023, Mai). *Ombrukskartlegging av bygninger*. Oslo: SINTEF. Hentet fra Byggforskserien.

Sparebank1 Nord-Norge. (2024, Mai 11). *Sparebank1*. Hentet fra Grønt samarbeid: <https://www.sparebank1.no/nb/nord-norge/om-oss/samfunnsansvar/gront-samarbeid.html>

Standard Norge. (2018). *Metode for klimagassberegninger for bygninger*. Oslo: Standard Norge. Hentet fra <https://online.standard.no/nb/search?q=NS%203720:2018%20Klimagassregnskap>

Standard Norge. (2022). *NS 3682 Hulldekker av betong til ombruk*. Oslo: Standard Norge.

Standard Norge. (2022, Februar). *Standard.no*. Hentet fra Fagområder: <https://online.standard.no/nb/ns-3682-2022>

Stiftelsen miljøfyrtårn. (2024, Mai 11). *Miljøfyrtårn*. Hentet fra Miljøkrav blir obligatorisk i offentlige anskaffelser: <https://www.miljofyrtarn.no/miljokrav-bli-obligatorisk-i-offentlige-anskaffelser/>

Stoknes, S. (2018). *Miljødirektoratet*. Hentet fra [miljodirektoratet.no](https://www.miljodirektoratet.no): <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klimasats/2018/sirkulare-bygg/#>

Thomassen, T. (2023). *Miljøsaneringsbeskrivelse. Riving av verksted- og kontorbygg i Markeveien 55, Alta*. Alta.

Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.

Universitetet i Oslo. (2021, Januar 4). *Universitetet i Oslo*. Hentet fra Institutt for biovitenskap: <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/r/reduksjonisme.html>



## **8 Vedlegg**

Vedlegg 1: Rapport for ombrukskartlegging Markveien 55

Vedlegg 2: Klimagassregnskap for produksjonshall

## Rapport for ombrukskartlegging Markveien 55, Alta



Byggeier/opdragsgiver:	Markveien 55 Eiendom AS
Kontaktperson:	Yngve Mathisen, tlf. 911 44 227
Prosjektnavn:	Markveien 55
Prosjektadresse:	Markveien 55, 9510 Alta
Gårdsnr./bruksnr.:	28/200
Befaring:	19.02.24
Rapportdato:	19.04.24
Ombruksrådgiver/kartlegger:	Trine Thomassen
Utarbeidet av:	Trine Thomassen
Kvalitetssikret av:	Taale Kjøs, Resirqel AS

## Innhold

1.	Bakgrunn.....	3
1.1.	Bakgrunn for ombrukskartleggingen.....	3
1.2.	Relevante rapporter .....	3
1.3.	Informasjon om bygget .....	3
1.4.	Byggets historie .....	3
1.5.	Byggets konstruksjoner .....	3
1.6.	Byggets tekniske installasjoner.....	3
1.7.	Byggets interiør .....	3
1.8.	Byggets tekniske tilstand .....	4
1.9.	Eksisterende dokumentasjon .....	4
2.	Funn fra ombrukskartleggingen .....	6
2.1.	Komponenter velegnet for ombruk.....	6
2.2.	Ikke-ombrukbare bygningskomponenter.....	16
2.3.	Potensielle nye bruksområder.....	16
3.	Vurderinger i tilknytning til ombrukskartleggingen .....	18
3.1.	Mellomlagring og omsetning av bygningskomponentene .....	18
3.2.	Krav til dokumentasjon for identifiserte ombrukbare bygningskomponenter .....	18
3.3.	Miljøvurdering .....	18
3.4.	Kostnadsvurderinger .....	18
3.5.	Potensiale for ny bruk.....	18
3.6.	Kvalitetssikring.....	19
4.	Oppsummering .....	20
5.	Referanser .....	21

## 1. Bakgrunn

### 1.1. Bakgrunn for ombrukskartleggingen

I forbindelse med nybygg i Markveien 55, vil det pågå riving av eksisterende bygningsmasse på tomten. Ifølge Byggherre Markveien 55 Eiendom AS, ønsker de en miljøvennlig tilnærming i prosjektet. De har dermed valgt å undersøke om noen av bygningsfraksjonene lar seg ombruke, enten internt eller eksternt. Det er aktuelt å vurdere muligheter for ombruk i nytt prosjekt på tomten.

Det er også gjeldende krav i TEK17 § 9-7. (3) *skal det for eksisterende yrkesbygg kartlegges om noen av bygningsfraksjonene som skal fjernes, er egnet for ombruk* (Direktoratet for byggkvalitet, 2022). Derfor er det utarbeidet en rapport fra ombrukskartleggingen av nevnte bygg.

### 1.2. Relevante rapporter

Det er utarbeidet en miljøsaneringsbeskrivelse for eksisterende bygningsmasse i februar 2023. Denne beskriver hvilke materialer som inneholder helse- og miljøfarlige stoffer og ikke lar seg ombruke.

### 1.3. Informasjon om bygget

Byggeår er 1986. Innvendig mesanin er bygd i 1998. Det er bygd ventilasjonsrom på tak og installert ventilasjon i bygget i 2005. Mesanin er også utvidet i 2005. Dette er utført av Nitek. Dokumentasjon for dette arbeidet er ikke fremskaffet.

Grunnflate på bygget er 550 m<sup>2</sup>. Etasjeskillet utgjør 390 m<sup>2</sup>. Til sammen er bruksareal 940 m<sup>2</sup>.

### 1.4. Byggets historie

Bygget ble bygd av Odd Mathisen i 1986 og har vært brukt som verksted- og kontorbygg. De senere årene har det vært brukt som bilverksted. Standarden på bygget er bra, det er gjort noe overflatebehandling siden det ble bygd. Det er bygd mesanin i deler av bygget i 1998, samt nytt ventilasjonsrom på tak i 2005. Ellers er det slik det ble bygd i 1986.

### 1.5. Byggets konstruksjoner

Bygget består i hovedsak av betongkonstruksjon. Overflater innvendig er i hovedsak malt betong og delevegger i tre.

- Grunn og fundamenter: Såle med ringmur eller pilarer i betong
- Bæresystem: Betongsøyler og hulldekker på tak, noe stålkonstruksjon innvendig
- Dekker: Etasjeskille av hulldekker og TRP-plater
- Vegger: Yttervegger er oppført i sandwichelementer (betong) og innervegger er oppført i Leca og trebindingsverk. Innervegger i tre er kledd med trefiberplater.
- Gulv: betong med Acrylicon og noe fliser
- Yttertak: hulldekker med isolasjon teknet med asfaltmembran (2 lag).
- Vinduer: Vinduene er fra byggeår. Vinduer med 2-lags glass.

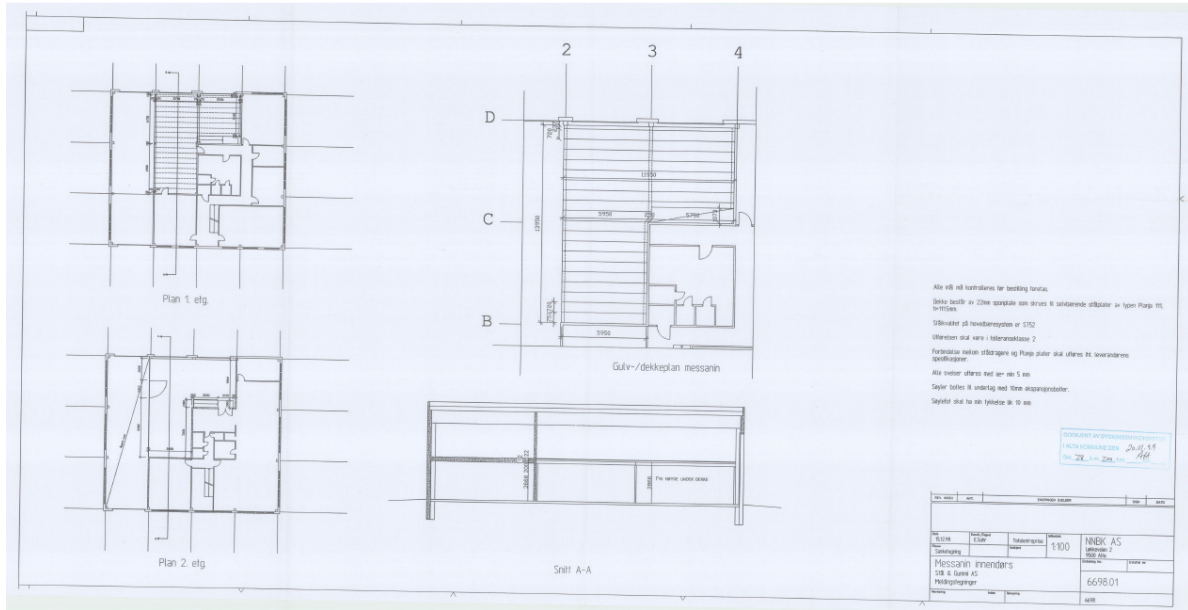
### 1.6. Byggets tekniske installasjoner

Det er ventilasjon i bygget som er ettermontert i 2005. Elektriske installasjoner er generelt fra byggeår 1986 og bærer preg av høy alder.

### 1.7. Byggets interiør

Leietaker Stål og gummi er flyttet ut, så bygget er tomt per i dag. Bygget leies ut til mellomlagring av kontormøbler.





Figur 2. Tegning av mesanin fra 1998.

## 2. Funn fra ombrukskartleggingen

I rapporten er det gjort en vurdering av bygningsfraksjoner som lar seg ombruke og som ikke lar seg ombruke. Komponentene er presentert i rekkefølge etter bygningsdelstabellen, ikke etter brukbarhet (Ottemo, 2023).

### 2.1. Komponenter velegnet for ombruk

#### 2.1.1. Bygg

222 Søyler
<p><u>Stålsøyler</u></p> <p>Som bæresystem for etasjeskille mellom plan 1 og 2 er det 7 stk. stålsøyler med dimensjon 100x100 mm. Høyden på søylene er 2,7 m. Det foreligger ikke original dokumentasjon på disse søylene. Men dersom søylene skal ombrukes vil man ved demontering finne godstykkelse og nøyaktig dimensjon. Produksjonsår for søylene er ikke kjent. Forbindelser er sveist og må kuttes ved ombruk. I bunn er de sveist til fotplater som er støpt ned i betong. I topp er de sveist til stålbjelker.</p> <p>Vurdering: Demonterbarheten er usikker, men kvalitet og restlevetid anslås god da det ikke er synlige geometriske avvik eller korrosjon. Stål er utslippsintensivt og et tungt materiale, som ved ombruk reduserer utslipp betraktelig. Hvis bærekonstruksjon skal brukes på nytt, må man verifisere kvaliteten. Selv om det ikke er krav til å dokumentere egenskaper ved omsetting, skal TEK tilfredsstilles og egenskaper kunne dokumenteres på lik linje med nye materialer. Det anbefales at stål testes før demontering for å sortere som ombrukbare/ikke ombrukbare (Ottemo, 2023).</p> <p><u>Betongsøyler</u></p> <p>Betongsøylene måles til å være ca. 320x380 mm. Ut fra tegningen er høyden 5400 mm fra ferdig golv og de er støpt fast i grunnmursvegger under golv. Det er til sammen 16 stk. søyler, men ikke alle er synlige ved befaring. Der det er etasjeskille er søylene med konsoller for bæring av hulldekker.</p> <p>Vurdering: Betongsøylene kan vurderes for ombruk. Da må kvalitet og kapasitet dokumenteres. Armeringsmengden må også dokumenteres.</p>



## 223 Bjelker

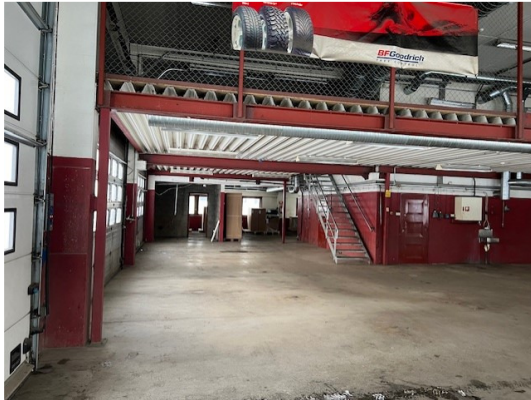
### Stålbjelker

Som bæresystem for etasjeskille mellom plan 1 og 2 er det 4 stålbjelker som er sveist fast til søyler. Det er til sammen 4 stålbjelker med ulike dimensjoner og lengder:

- 1: Den største bjelken har høyde 0,3 m, bredde 0,285 m og lengde 6,33 m.
- 2: høyde 0,18 m og lengde 5,9 m
- 3: høyde 0,18 m og lengde 11,7 m (denne er sveist på lengden)
- 4: høyde 0,18 m og lengde 5,4

Det foreligger ikke original dokumentasjon på bjelkene, produksjonsår er ukjent.

Vurdering: Restlevetid anslås god da det ikke er synlige geometriske avvik eller korrosjon. Dersom bjelkene skal ombrukes vil man ved demontering finne godstykkelse og nøyaktig dimensjon. Den største bjelken (1) er bearbeidet ved at det er utført en hulltaking og en forsterkning med plate i steget. Det er derfor usikkert om dette forringer kvaliteten på bjelken.



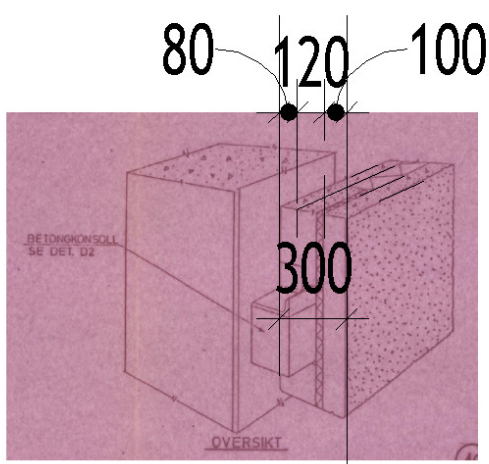


## 231 Bærende yttervegger

### Sandwichvegger i betong

Ytterveggene består av sandwichvegger i betong. Ifølge de originale tegningene er de isolert med 120 mm isolasjon. Veggene er totalt 300 mm tykk. Høyden på veggene er 7 m fra fundament til gesims. Det er totalt 650 m<sup>2</sup> yttervegg, inkludert vindusfelt og porter. Det er mange vindusfelt.

Vurdering: Veggelementene er ikke designet for ombruk, men det er mulig å demontere dem og bruke dem igjen der det ikke er krav til U-verdi på yttervegger iht. TEK. Da må de i så fall isoleres innvendig eller utvendig. Ved demontering må elementene merkes slik at de kan monteres i riktig rekkefølge. Veggene er i hovedsak montert med bolteforbindelser til søyler.



## 234 Vindu, dører og porter i yttervegg

### Dør i aluminium

Det er 1 stk. ytterdør i aluminium i inngangspartiet, den ser ut til å være i god stand. Produksjonsår er usikkert, da det ikke er noe datostempling på døren og heller ikke skilt.

Vurdering: Trolig vil ikke U-verdien være iht. dagens energikrav og den er derfor lite egnet til ombruk som ytterdør.



### Porter

Det finnes to leddporter fra 2016 i bygget. Størrelsen på portene er 4,6x4,8 m. Disse har motor og vindusfelt. Den ene porten har dør. De er skiltet med dato og U-verdi på 1,25 W/m<sup>2</sup>K. Siste inspeksjon og service ble utført februar 2023. Portene fra 2016 kan brukes igjen direkte på steder hvor det ikke er krav til U-verdi iht. TEK17.

Vurdering: Forventet levetid på portene er 40 år. Stål er utslippsintensiv å produsere og kost er avhengig av om resertifisering behøves. Det anbefales å åpne opp for eksternt ombruk.



Det fins to eldre porter i bygget. Størrelsen på disse er 4,6x4,8 m. Disse er ikke markert med årstall, produksjonsår er dermed usikkert. Disse har også motor og er utført service på.

Vurdering: Bjelkelaget er montert midt i disse portene. Det er dermed sannsynlig at disse er fra da mesaninen ble montert i 1998. Forventet levetid er 40 år. Det vil si at de fortsatt har noe restlevetid igjen.

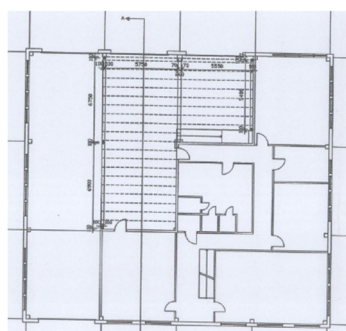
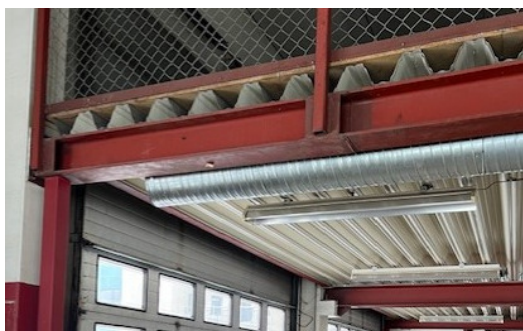


## 255 Frittstående dekker

### TRP-plater

En del av etasjeskillet mellom 1. og 2. etasje består av TRP-plater i stål. Høyden på profilene er 0,15 m. Samlet areal er ca. 115 m<sup>2</sup>.

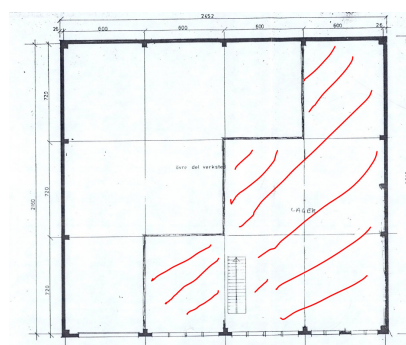
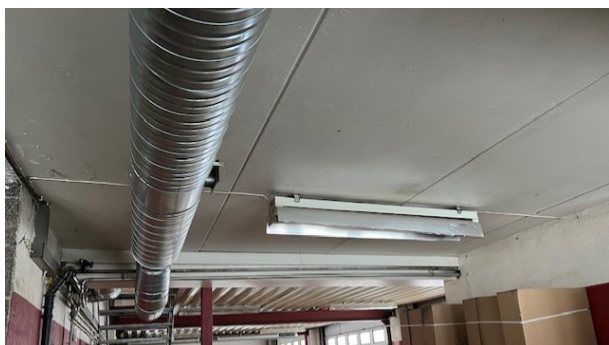
Vurdering: Det antas at produksjonsår på disse er 1998 siden det er da tegningene er datert. Platene har mest sannsynlig skrudde forbindelser og kan ombrukes direkte. Stål er utslippsintensiv å produsere og kost er avhengig av om resertifisering trengs. Det anbefales å åpne opp for eksternt ombruk.

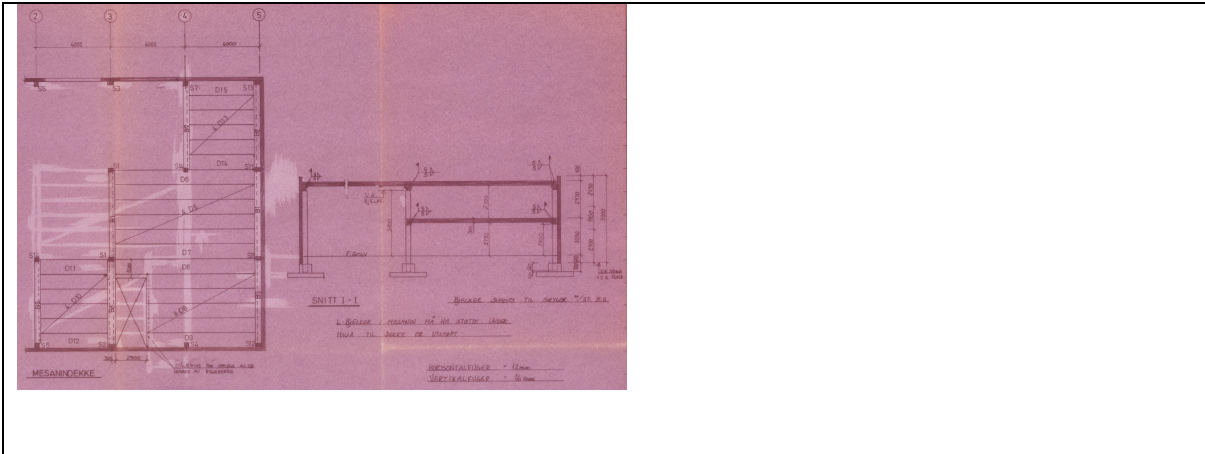


### Hulldykker etasjeskille

Den eldste delen av etasjeskillet mellom 1. og 2. etasje består av hulldykker. Disse er mest sannsynlig fra byggeår 1986. Mengden er ca. 260 m<sup>2</sup> til sammen. Ut ifra det vi klarer å lese av de originale tegningene fra 1986, er dekket 300 mm tykt. Det fremkommer også spennvidde og størrelse på fuger. Hulldykkene er skjult med plater på toppen, men det kommer frem av tegningen at de er fugestøpt både horisontalt og vertikalt.

Vurdering: Ved demontering må fugene deles med betongsag. Det fremkommer ikke om det er påstøp på dekkene. Forventet levetid for hulldykker er ca. 60 år (Micael, 2023). Det er derfor anbefalt å vurdere eksternt ombruk. Hulldykkene bør da testes for kvalitet. Det vises ingen synlige skader. Det er også sannsynlig at de ikke er påført stor grad av karbonatisering og korrosjon ettersom de har vært brukt i et tørt miljø. Hulldykkene må vurderes og testes iht. NS 3684 – *Hulldykker av betong til ombruk.*





## 267 Prefabrikkerte takelementer

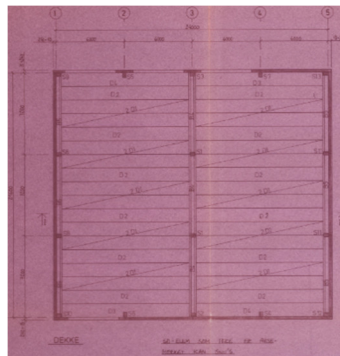
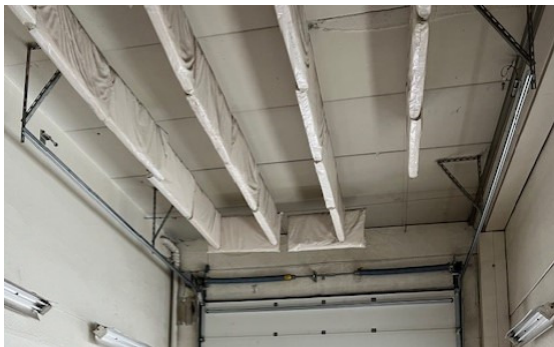
### Hulldekker

Bærekonstruksjonen i taket består av hulldekker. Disse er mest sannsynlig fra byggeår 1986. Mengden er ca. 518 m<sup>2</sup> til sammen. Ut ifra det vi klarer å lese av de originale tegningene fra 1986, er dekket 300 mm tykt. Vi kan også måle spennvidde og størrelse på fuger. Det er ulike typer hulldekker som har ulik størrelse. Det vi klarer å måle ut av tegningen er følgende mengder:

- 20 stk. D1: 1,2x11,24 m
- 12 stk. D2: 1,2x11,24 m

Vurdering: På de originale tegningene står det SD-element. Men på detaljene vises disse tegnet som hulldekker. Det vil være nødvendig å teste dekkene for å finne kvalitet og bæreevne ettersom det ikke fins dokumentasjon på dette. Det foreligger noen tegninger, men det er mange som mangler.

Hulldekkene er skjult med taktekke på toppen, men det fremkommer av tegningen at de er fugestøpt både horisontalt og vertikalt. Ved demontering må fugene deles med betongsag. Det fremkommer ikke om det er påstøp på dekkene. Forventet levetid for hulldekker er 60 år. Det er derfor anbefalt å vurdere ekstern ombruk. Det vises ingen synlige skader på det som er synlig ved befaring. Hulldekkene er malt på undersiden, men det er usikkert når det er utført. Det er usikkert hvilken grad av karbonatisering og korrosjon dekket er påført, ettersom de er en del av yttertaket som kan være utsatt for hull og lekkasjer. Hulldekkene må ombrukes iht. NS 3684 – *Hulldekker av betong til ombruk*.



## 273 Kjøkkeninnredning

### Kjøkken

Det står et lite kjøkken i 2. etasje. Lengden er 2 m langt. Kjøkkenet er komplett med Whirlpool oppvaskmaskin, liten koketopp, ventilator og laminat benkeplate med vask. Skrogene består av sponplater med melaminfolie. Benkeplate i laminert tre. Produksjonsår er ukjent.

Vurdering: Hvitevarene er ikke testet, men det ser ut til å være i grei stand. Kjøkkenet kan demonteres og ombrukes internt eller eksternt. Eier kan se på muligheten for å omsette det til privatpersoner/studenten.



## 281 Innvendige trapper

### Ståltrapp

Det er en ståltrapp med repos i verksted som går fra 1. til 2. etasje. Denne er mest sannsynlig montert i 1998 da den nyeste delen av mesaninen ble bygd. Trappen er 3 m høy, 1 m bred og 3,6 m lang (målt horisontalt). Det er rekkverk på en side og håndløper på andre siden.

Reposet er 2,1 m langt og 1 m bredt. Det står også en stålsøyle på toppen av trappen, denne er 2,7 m høy.

Vurdering: Demonterbarheten er god, ved lik høyde kan trapp ombrukes direkte. Trappa egner seg godt til ombruk, da den har tilstrekkelig bredde i forhold til krav i dagens TEK.

Materialverdivurderingen til trappen vurderes som god, da det er etterspørsel etter stål i markedet. Det anbefales derfor å åpne opp for internt eller eksternt ombruk.



### Tretrapp

Det er en tretrapp ved inngangspartiet som går fra 1. til 2. etasje. Denne er trolig fra byggeår 1986. Den har høyde 3 m, bredde 1,3 m og lengde 3,7 m (målt horisontalt). Trappen har rekkverk på en side og håndlist på vegg på andre side. Trinnene er kledd med belegg og trappenese i stål.

Vurdering: Trappen er i grei stand og kan vurderes for ombruk.



### 2.1.2. VVS

#### 362 Kanalnett for luftbehandling

##### Kanalnett

Det er montert ventilasjon i bygge i 2005. Normal levetid for et ventilasjonsanlegg er rundt 25 år. Dermed har anlegget en restlevetid på rundt 5 år. Det er et stort kanalnett i bygget og mye ser ut til å være i bra stand rent visuelt. Det er ukjent hvordan kanalene ser ut på innsiden. Ventilasjonsaggregatet er plassert i ventilasjonsrom på tak, dette er ikke befart.

Vurdering: Ventilasjonskanaler kan brukes igjen dersom de rengjøres og demonteringen skjer skånsomt og i så lange lengder som mulig. Rister og ventiler kan også brukes igjen. Deler som er tatt hull i ved montering må fjernes.



#### 331 Installasjon for manuell brannslukking med vann

##### Brannslange

Brannslange er ikke merket med produksjonsår eller utført service. Det kan likevel vurderes for gjenbruk da disse er lite i bruk.



#### 315 Utstyr for sanitærinstallasjon

##### Toalett

Toaletter har en forventet levetid på 25-75 år. Disse er nokså gamle og gulvstående, noe som ikke er like etterspurt som vegghengte.





## 2.2. Ikke-ombrukbare bygningskomponenter

Det er videre gjort en vurdering og ikke tatt med følgende:

- Elektriske armaturer eller energikilder som ikke er miljøvennlige
- Andre elektriske komponenter som brytere og stikkontakter
- Gamle innvendige dører
- Listverk og føringer
- Vinduer av gammel årgang som ikke tilfredsstillt energikrav i TEK17 (Roberta Moschetti, 2023).
- Produkter hvor det er mistanke om eller påvist helse- og miljøfarlige stoffer

### 2.2.1. Vindu

Vindu er fra byggeår 1986 og tilfredsstillt ikke energikrav i TEK17. De er heller ikke sikre med hensyn på miljøfarlige stoffer.

### 2.2.2. Asfaltmembran

I henhold til miljøsaneringsbeskrivelsen som er utført på dette bygget, er det påvist helse- og miljøfarlige stoffer i asfaltmembran på tak. Dette ligger i to lag, ett lag fra byggeår 1986 og ett nyere lag fra omtrent år 2005. Det er usikkert om det er ett eller begge lag som inneholder miljøfarlige stoffer. Dette vurderes som ikke-ombrukbart.

### 2.2.3. Isolasjon på tak

Isolasjon på tak er ikke avdekket på grunn av at bygget brukes som lager. Det er sannsynlig at det er 200 eller 250 mm hard isopor på taket. Tilstanden på dette er ukjent.

## 2.3. Potensielle nye bruksområder

De materialene som vurderes ombrukt i nytt bygg i Markveien 55 er:

- Hulldekker
- Prefabrikkerte sandwichvegger i betong
- Betongsøyler
- TRP-plater

- Brannslange
- Ventilasjonsanlegg kan vurderes ombrukt i parkeringskjeller, da det vil være behov for eget ventilasjonsanlegg i disse arealene.
- Innvendige trapper

Resten av materialene vurderes som uegnet på grunn av at etasjehøyden på det nye bygget er høyere enn på dette bygget.

De materialene som ikke lar seg ombruke internt i nytt bygg, må demonteres og eventuelt mellomlagres eller omsettes eksternt. Det vil kreve at det fremskaffes dokumentasjon i form av originaldokumenter eller at materialene testes og det lages egne EPD-er for materialene. Det som trolig er lettest å omsette er stålkonstruksjonen, da det er dyrt materiale å kjøpe inn.

Byggherre vurderer også om materialene kan brukes på nytt lagerbygg i Maurveien 16 der de har kontorer. Dette vil de vurdere som en plan B dersom demonteringen av eksisterende bygg ikke går som planlagt, eller at det viser seg at materialene ikke lar seg ombruke som tenkt.

### 3. Vurderinger i tilknytning til ombrukskartleggingen

#### 3.1. Mellomlagring og omsetning av bygningskomponentene

Når materialene er demontert må de mellomlagres før de skal monteres opp igjen. Dette må byggherre avsette plass til, enten på tomten de skal brukes på eller fraktes til annen lagerplass. Det antas at disse demonteres i løpet av sommeren 2024 og at de kan monteres i løpet av vinteren 2025, dette må det tas hensyn til.

#### 3.2. Krav til dokumentasjon for identifiserte ombrukbare bygningskomponenter

Det finnes kun 5-6 tegninger for den originale bygningen. Det er stort sett plan, fasader og snitt. Det må dermed lages ny dokumentasjon for byggevarene dersom de skal ombrukes. Det viktigste når det gjelder bærende konstruksjoner, er at de opprettholder nødvendig bæreevne. De må vurderes både visuelt, men også styrken må testes.

Hulldekker, betongvegger og betongsøyler kan testes av Jaro AS. De bruker både måleinstrumenter for å måle overdekning, samt at de kan finne kvaliteten på betongen, ref. Jaro AS. For å teste hulldekker brukes destruktiv testing der de stiller hulldekke i en jigg og legger på belastning inntil hulldekket kollapser. Ut ifra denne testmetoden kan man med stor sikkerhet anslå kapasiteten til hulldekkene. Hulldekkene testes iht. NS 3682 *Hulldekker for ombruk*.

Når det gjelder betongsøylene kan det pigges betong, eller søylen kan sages av slik at man kan telle antall armeringsjern, avstanden på bøyer og finne betongkvaliteten. Dermed kan man finne kapasiteten til søylene. Dersom søylen må kappes av på toppen kan det være nødvendig å montere på en klave i stål for at ikke betongsøylen skal sprekke opp rundt stedet den er kappet.

For sandwichveggene i betong må tykkelse på sjikt dokumenteres. Betongkvaliteten må også bestemmes. Veggelementene kan brukes som vegger, men de er nok ikke armert for å tåle utvendig jordtrykk. De kan heller ikke brukes som dekker. De kan legges flatt på bakken og brukes som gulv på grunn i parkeringskjelleren i det nye bygget. Det må da monteres på løftekroker slik at de kan heises liggende. Det må tas hensyn til bunnledninger dersom det skal brukes veggelementer som gulv på grunn.

#### 3.3. Miljøvurdering

Dersom materialene som er nevnt i denne rapporten kan ombrukes i prosjekter, enten internt eller eksternt, vil det ha en stor miljømessig gevinst i forhold til at det sparer uttak av nye råvarer (SINTEF Byggforsk, 2023).

#### 3.4. Kostnadsvurderinger

Det må regnes med at demontering er mer tidkrevende enn riving. Ved beregning av kostnader må det gjøres en kalkulasjon for komponentene som er relevant for ombruk.

Kostnadene ved ombruk av materialene som er vurdert vil sannsynligvis ikke gi en besparelse

#### 3.5. Potensiale for ny bruk

Ombrukspotensialet er vurdert etter følgende punkter (Ottemo, 2023):

- Demonterbarhet: Bygningsmaterialer som er enkle å demontere
- Restlevetid: Forventet gjenstående levetid for materialer. Lang restlevetid øker sjansen for ombruk.
- Volum: Mengden/antallet av materialet. Flere materialer av samme type øker sjansen for ombruk.
- Etterspørsel: Materialer som etterspørres i markedet øker sjansen for ombruk.
- Miljøeffekt: Materialer som gir stor besparelse av klimagasser øker sjansen for ombruk.
- Kost/nytte: Materialer som er dyre å produsere øker sjansen for ombruk.

Materialene er også vurdert opp mot miljøsaneringsrapporten som er utarbeidet for prosjektet. Materialer som inneholder miljøfarlige stoffer, kan ikke ombrukes.

### **3.6. Kvalitetssikring**

Kvalitetssikring av rapporten er utført av Taale Kjøs hos Resirqel AS. Han har kun kvalitetssikret innholdet i rapporten, han har ikke vært på befaring. De tar ingen ansvar for det som er gjort av registrering og vurderinger på stedet, men har gjennomgått rapporten med hensyn på oppsett og innhold.

#### 4. Oppsummering

Bygningsdelene som ble kartlagt på befaring blir vurdert ut fra egnethet for ombruk og får en farge fra følgende fargekoder (Målbakken, 2023):

Egnet	Sannsynlig egnet	Kan være egnet	Sannsynligvis uegnet	Uegnet

Bygningsdeler vurderes egnet eller uegnet ut fra ombrukspotensiale og restlevetid. Videre vurdering bør være egnethet internt i prosjektet eller eksternt i andre prosjekter. I underliggende oppsummeringstabell er produktgrupper klassifisert som «sannsynlig uegnet» og «uegnet» utelatt.

Komponent	Plassering	Mengde	Mulig ombruk	
<b>02 Bygning</b>				
<b>22 Bæresystemet</b>				
222 Søyler	1. etasje	Stål: 7 stk. 100x100 mm Betong: 16 stk. 320x380 mm	Kan ombrukes direkte eller oppsirkuleres dersom tekniske kvaliteter er tilstrekkelig gode. Må vurderes av RIB.	
223 Bjelker	1. etasje	4 stk. stålbjelker	Kan ombrukes eller oppsirkuleres. Tekniske kvaliteter må vurderes av RIB.	
<b>23 Yttervegger</b>				
231 Yttervegger	1. og 2. etasje	650 m <sup>2</sup> Høyde 7 meter	Egnet for ombruk dersom de oppfyller tekniske krav.	
234 Porter	1. etasje	4 stk. 4,6x4,8 m	De to nyeste portene er ombrukbar og er sertifisert. De to eldste portene mangler dato for sertifisering, produksjonsår, sertifisering etc.	
<b>25 Dekker</b>				
255 Hulldekker	2. etasje	260 m <sup>2</sup>	Egnet for ombruk dersom de oppfyller tekniske krav.	
255 TRP-plater	2. etasje	115 m <sup>2</sup>	Egnet for ombruk dersom de oppfyller tekniske krav.	
<b>26 Yttertak</b>				
267 Hulldekker	2. etasje Yttertak	518 m <sup>2</sup>	Egnet for ombruk dersom de oppfyller tekniske krav.	
<b>27 Fast inventar</b>				
273 Kjøkkeninnredning	2. etasje	1 stk.	Godt egnet for ombruk.	
<b>28 Trapper</b>				
281 Innvendig tretrapp	1. etasje	1 stk.	Egnet for ombruk.	
281 Innvendig ståltrapp	1. etasje	1 stk.	Godt egnet for ombruk.	
<b>3 VVS-installasjoner</b>				
<b>33 Brannsløkking</b>				
331 - Brannslange	1. etasje	1 stk.	Ombrukbar dersom de blir sertifisert av godkjent bedrift.	
<b>36 Ventilasjon</b>				
362 - Spirokanaler	Hele bygget		Godt egnet for ombruk. Må rengjøres.	
364 - Ventiler	Hele bygget		Egnet for ombruk dersom de er i god stand.	

## 5. Referanser

Huslid Consult. (2024). *Rapport for ombrukskartlegging Otto Nielsens vei 10*. Trondheim: Statsbygg.

Micael, Z. (2023). *Muligheter for ombruk av prefabrickerte betongelementer*. Ås: NMBU.

Ottemo, F. G. (2023). *Framtidennord*. Hentet fra Prosjekter:

[https://framtidennord.no/images/Prosjekter/ombruk\\_i\\_nord/ombrukskartlegging/2023/ombrukskartlegging\\_kvaloysetta\\_ungdomsskole.pdf](https://framtidennord.no/images/Prosjekter/ombruk_i_nord/ombrukskartlegging/2023/ombrukskartlegging_kvaloysetta_ungdomsskole.pdf)

Roberta Moschetti, B. R. (2023, Februar 14). *Tre og profil*. Hentet fra Tre og profil: <https://www.tre-profil.no/ombruk-av-vinduer-utfordringer-og-muligheter/>

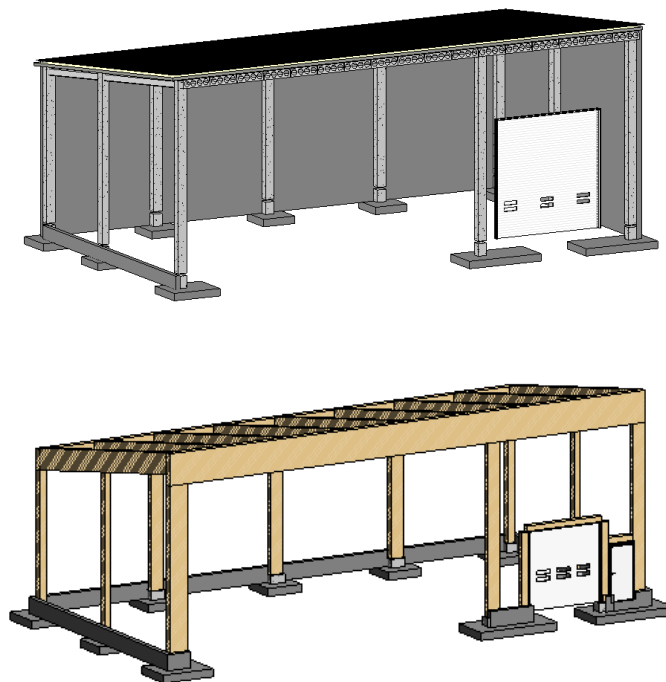
SINTEF Byggforsk. (2023, Mai). *Ombrukskartlegging av bygninger*. Oslo: SINTEF. Hentet fra Byggforskserien.

## Klimagassregnskap

Sammenligning av nye materialer og ombruksmaterialer ved oppføring av ny produksjonshall

Utført av: Trine Thomassen

Rapportdato: 28.04.24



Figur 1. Ombruksmaterialer i figuren øverst og nye materialer i figuren under (Autodesk, 2024).

## 1. Klimagassregnskap i henhold til NS 3451:2022

Mal for dokumentasjon av klimagassregnskap etter TEK17 § 17-1, basert på Veileder for klimagassregnskap (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

I klimagassregnskapet er det gjort en sammenligning av klimagassutslipp for bygging med to ulike alternativ:

1. Nye materialer med limtresøyler, limtrebjelker, TRP-plater på tak og sandwichpaneler (stål)
2. Ombruksmaterialer med betongsøyler, hulldekker og betongvegger (sandwich)

### 1.1. Introduksjon

Tabell 1. Informasjon om bygget.

Eiendom/byggested		Tiltakstype	
Gnr.	32	Nybygg	
Bnr.	584	x	Nytt bygg
Kommune	Alta	Eksisterende bygg	
Adresse	Maurveien 16		Hovedombygging
Postnr.	9514		Tilbygg, påbygg, underbygg
Poststed	Alta		Annet søknadspliktig tiltak
Areal		Bruk/formål	
Totalt bruttoareal (m <sup>2</sup> BTA)	206 m <sup>2</sup>		Boligblokk
Totalt bruksareal (m <sup>2</sup> BRA)	190 m <sup>2</sup>	x	Yrkesbygg
Totalt oppvarmet bruksareal (m <sup>2</sup> BRA)	0 m <sup>2</sup>		Bygningstypekode

### 1.2. Mengder for bygningsdeler hentet fra BIM og omregnet mengde for å samsvare med enhet i EPD

Tabell 2. Alternativ 1 nye materialer.

1. Nye materialer	Fra BIM		Enhet i EPD	Omregnede mengder		Kommentar
	Mengde	Enhet		Mengde	Enhet	
<b>22 Bæresystem</b>						
222 Limtresøyler	8	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	8	m <sup>3</sup>	
<b>23 Yttervegger</b>						
232 Sandwichpaneler	235	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	235	m <sup>2</sup>	
234 Port 2,5x3 m	1	stk.	stk.	1	stk.	
<b>26 Yttertak</b>						
261 Limtrebjelker	16,5	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	16,5	m <sup>3</sup>	
261 TRP-plater 160 mm	250	m <sup>2</sup>	kg	3000	kg	<b>12 kg/m<sup>2</sup> (ruukki)</b>
262 Trykkfast isolasjon 100	250	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	250	m <sup>2</sup>	



Tabell 3. Alternativ 2 ombruksmaterialer.

2. Ombruksmaterialer	Fra BIM		Enhet i EPD	Omregnede mengder		Kommentar
	Mengde	Enhet		Mengde	Enhet	
<b>22 Bæresystem</b>						
222 Betongsøyler 320x380	10	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	10	m <sup>3</sup>	
<b>23 Yttervegger</b>						
231 Bærende yttervegger	235	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	42	m <sup>3</sup>	180 mm tykk, 33 m lang, 7,1 m høy
234 Port 4,6x4,8 m	1	stk.	stk.	1	stk.	
<b>26 Yttertak</b>						
267 Hulldekker 11,6 m	237	m <sup>2</sup>	Tonn	108	Tonn	2,2 m2 per tonn
262 Trykkfast isolasjon 100	250	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	250	m <sup>2</sup>	

### 1.3. Utslippsverdier

Tabell 4. Utslippsverdier hentet fra EPDer for alternativ 1.

1. Nye materialer	A1-A3	A4	A5	B2	B4	Henvisning
	kg CO <sub>2</sub> e/DU					
<b>22 Bæresystem</b>						
222 Limtresøyler	33	16,7	3,2	0	0	NEPD-2783-1438
<b>23 Yttervegger</b>						
232 Sandwichpaneler	30,1	2,08	2,12	1,06	0	NEPD-5439-4715
234 Port 2,5x3 m	255	51,8	6,63	0	0	ASA-20200098-IBC1-EN
<b>26 Yttertak</b>						
261 Limtrebjelker	111	11,2	8,06	0	0	NEPD-2531-1274
261 TRP-plater	2,83	0,049	0,036	0	0	NEPD-5150-4481
262 Trykkfast isolasjon 100 mm	1,702	0,112	0	0	0	NEPD-2795-1495

Tabell 5. Utslippsverdier hentet fra EPDer for alternativ 2.

2. Ombruksmaterialer	A1-A3	A4	A5	B2	B4	Henvisning
	kg CO <sub>2</sub> e/DU					
<b>22 Bæresystem</b>						
222 Betongsøyler	0	3,05	206,97	0	0	NEPD-3204-1846
<b>23 Yttervegger</b>						
231 Bærende yttervegger	0	3,05	869,274	0	0	NEPD-3204-1846
234 Port 4,6x4,8 m	0	51,8	6,63	0	0	ASA-20200098-IBC1
<b>26 Yttertak</b>						
267 Hulldekker 11,6 m	0	3,05	2111,094	0	0	NEPD-2098-946
262 Trykkfast isolasjon	0	0,112	0	0	0	NEPD-2795-1495

For verdier til A1-A3 og A4 er det brukt EPDer for liknende materialer og materialtyper.

For verdier til A5 er det brukt andel av A1-A3 + A4, som i tabellen under (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

Verdier for A5 er hentet fra byggetlajblad 700.320 (SINTEF byggforsk, 2023).

$$A5 = \text{andel}_{\text{kapp-og-svinn}} \cdot (A1-A3 + A4)$$

Tabell 6-3. Veiledende verdier for andel kapp og svinn i byggefasen (modul A5)

Produktgruppe	Kapp og svinn %
Betongelementer	1
Stålkonstruksjoner	1
Øvrige elementer	1
Betong	5
Armering	5
Bygningsplater	10
Isolasjon	5
Membraner	5
Tegl/lettklinker	5
Taktekking	5
Flis	10
Puss, mørtel	10
Trevirke	10

#### 1.4. Samlet utslitt fra fasene A1-A3, A4, A5, B2 og B4.

For å beregne samlet utslipp multipliseres mengdene i tabell 2 og 3 med utslippsmengdene i tabell 4 og 5.

Tabell 6. Samlet utslipp for alternativ 1.

1. Nye materialer	A1-A3 (produktstadiet)	A4 (transport)	A5 (materialer)	B2 (vedlikehold)	B4 (utskifting)	Totalt
	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)
22 Bæresystemer	264	133,6	39,76	0	0	437,36
23 Yttervegger	7328,5	540,6	78,691	249,1	0	8196,891
26 Yttertak	10747	359,8	555,34	0	0	11662,14
<b>Totalt</b>	<b>18339,5</b>	<b>1034</b>	<b>673,791</b>	<b>249,1</b>	<b>0</b>	<b>20296,391</b>

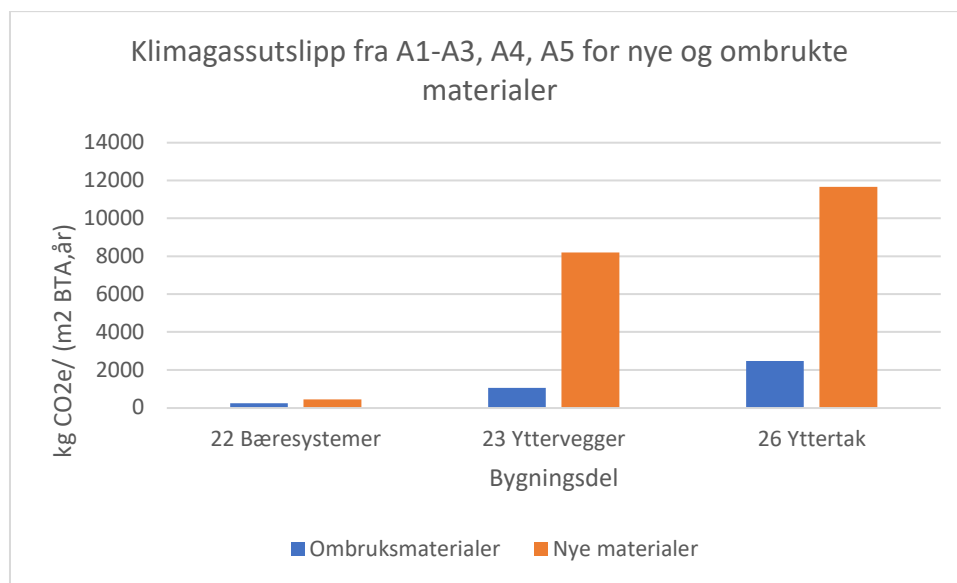
Tabell 7. Samlet utslipp fra alternativ 2.

2. Ombruksmaterialer	A1-A3 (produktstadiet)	A4 (transport)	A5 (materialer)	B2 (vedlikehold)	B4 (utskifting)	Totalt
	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)	kg CO <sub>2</sub> e/ (m <sup>2</sup> BTA,år)
22 Bæresystemer	0	30,5	206,97	0	0	237,47
23 Yttervegger	0	179,9	869,274	0	0	1049,174
26 Yttertak	0	357,4	2111,094	0	0	2468,494
<b>Totalt</b>	<b>0</b>	<b>567,8</b>	<b>3187,338</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3755,138</b>

Total besparelse:

Tabell 8. Total besparelse av klimagasser for de ulike bygningsdelene.

Bygningsdel:	Besparelse i %
22 Bæresystemer	46 %
23 Yttervegger	87 %
26 Yttertak	79 %
<b>Totalt</b>	<b>81 %</b>



Figur 1. Total besparelse av klimagasser for alternativ 1 og 2.

## **2. Referanser**

Autodesk. (2024, April 28). Revit 2024.

Direktoratet for byggkvalitet. (2023). *Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap*. Oslo: Direktoratet for byggkvalitet.

SINTEF byggforsk. (2023, Februar 2). *Intervaller for vedlikehold og utskrifting av bygningsdeler*. Oslo: SINTEF. Hentet fra Byggforskserien.