

SIRKBYGG – Erfaringer med ombruk av hulldekker på Midtbygda behandlingssenter



Rapport fra FoU-prosjektet SirkBygg, oktober 2025

Forfattere:

Joachim Slotten, Skanska Norge AS

Sverre Smeplass, Skanska Norge AS

Bidrag fra prosjektledelsen og deltagerne i FoU-prosjektet

Forord

SirkBygg (Sirkulære nybygg - Design og bygging for demontering og ombruk) er et Forskning- og utviklingsprosjekt som har som målsetning å bidra til å endre måten vi bygger på og til et markedsgjennombrudd for «design for demontering og ombruk» av nybygg (DfD).

Prosjektet er et fireårig prosjekt med støtte fra Norges Forskningsråd (NFR), og som startet opp i 2021 og ble avsluttet høsten 2025. Prosjektet er et IPN-prosjekt, dvs. innenfor NFR-programmet Innovasjonsprosjekt for næringslivet, ledet av Skanska Norge. Prosjektpartnere er SINTEF Community, Spenncon og Heidelberg Materials Prefab.

Overgang fra lineærøkonomi til sirkulærøkonomi er en vesentlig faktor for omstillingen til lavutslippssamfunnet. I et slikt samfunn vil vi fortsatt bygge nye bygg, og behovet for materialer vil fortsatt være stort. Dagens praksis er i all hovedsak «bruk og kast» (lineær økonomi), og planlegging for fremtidig ombruk av bygningsdeler ved endt livsløp er beskjedent i dag. Selv om de viktigste klimatiltakene for å begrense global temperaturøkning er tiltak som gir rask effekt, kan vi ikke overse de tiltakene som gir resultat på litt lengre sikt. En mer sirkulær byggebransje er også svært viktig med tanke på å spare naturressurser samt begrense avfall. Vi må derfor også rette blikket lengre frem og ikke gjenta de «feilene» vi har gjort til nå, og som gjør at ombruk fra eksisterende bygg i dag i stor grad er en komplisert og kostbar aktivitet.

I fremtiden må vi kunne ombruke bygningsobjekter på en langt mer rasjonell og kostnadseffektiv måte enn i dag. I SirkBygg er målet å utvikle nye løsninger og produkter som gjør nybygg til gode donorbygg i et fremtidig lavkarbonsamfunn hvor sirkulære løsninger vil være en premiss. Forskningen konsentrerer seg om de store byggesystemene i stål, betong og tre. En viktig forutsetning for å lykkes er at konsepter og tekniske løsninger er både byggbare og demonter- og ombrukbare ut fra et kostnads-, HMS-, klima- og ressursperspektiv. Samtidig skal den endrede måten å bygge på og bidra til god arkitektur og brukeropplevelse.

Denne rapporten gir en oppsummering av erfaringene med ombruk av hulldekkeelementer ved byggingen av Midtbygda behandlingssenter for Bergen kommune. Ombrukselementene ble hente fra et bygg der det ikke var gjort tiltak for å sikre muligheten for framtidig ombruk av konstruksjonselementene. Erfaringene fra dette prosjektet gir derfor et godt grunnlag for å utvikle tekniske løsninger som forenkler framtidige demontering, og dermed gir et bedre utgangspunkt for ombruk.

Innhold

Forord.....	2
Byggherrens målsetning	4
Kartlegging av potensialet for ombruk	5
Resertifisering	6
Demonteringsprosessen	8
Omfang av ombruk av HD	10
Bearbeiding av ombrukselementer på fabrikk	10
Remontering	10
Økonomi og Miljø.....	11
Ombruk	11
Nytt	12
Merkostnad for ombruk	12
Forbedringsforslag	12
Konklusjon.....	13

Byggherrens målsetning

Midtbygda behandlingssenter er et stort og ambisiøst byggeprosjekt som skal erstatte det gamle Midtbygda sykehjem i Åsane. Bergen kommune er byggherre.

Det nye bygget, som oppføres på adressen Åsane Senter 1, vil få et bruttoareal på 14.000 m², mot 10.000 m² i det gamle bygget. Senteret skal romme 100 korttidsplasser, et dagaktivitetssenter, rehabiliterings- og treningsfasiliteter, kafé og et underjordisk parkeringsanlegg. Byggingen startet i oktober 2023, og det er planlagt at bygget skal stå ferdig i juni 2026. Prosjektet har en investeringsramme på 993 millioner. Arkitekt for prosjektet er Nordic Office of Architecture, mens HRP AS er byggherreombud og Skanska er totalentreprenør.

Prosjektet ble utviklet gjennom to samspillsfaser med skisseprosjekt og forprosjekt som pågikk fra november 2021 til april 2023, hvor Skanska var involvert hele veien allerede fra skisseprosjektfasen. Midtbygda behandlingssenter var opprinnelig planlagt som et rehabiliteringsprosjekt, men bygget lot seg ikke oppdatere til dagens tekniske krav grunnet plassmangel. Beslutningen ble derfor å rive eksisterende bygg, men med en ambisjon om å gjenbruke mest mulig av materialene. Prosjektet inngår i en reguleringsplan og et bystyrevedtak som stiller tydelige krav til miljøtiltak, og det er etablert en ambisiøs miljøstrategi som har vært styrende gjennom hele planleggingsprosessen. Et eget miljøprogram er utarbeidet, og en BREEAM-preanalyse ble gjennomført i konseptutviklingsfasen. Prosjektet skal BREEAM-sertifiseres til nivå Excellent, og det stilles spesifikke krav til oppnåelse av poeng knyttet til utslippsreduksjon og klimatilpasning, i tråd med Grønn Byggallianses «Paris Proof»-kriterier.

Klimagassregnskap er utført i henhold til NS 3720, med et definert referansebygg og mål for utslippsreduksjon i samspillsfasen. Ambisjonen var opprinnelig å realisere et plusshus i henhold til FutureBuilt-kriteriene, men reguleringsplanens begrensninger for solcelleareal satte en stopper for dette. I stedet er det i forprosjektet lagt til grunn et energikonsept basert på Nearly Zero Energy Building (NZEB).

Materialhåndtering har vært et sentralt fokusområde. Prosjektet har ambisjoner om å oppnå en 40 % reduksjon i klimagassutslipp knyttet til materialbruk i forhold til et referansebygg for A1-A3, altså råvareuttak, transport til fabrikk og selve produksjonen av elementene. Ombruk av hulldekker er bidragsyter til å klare å oppnå dette. I tillegg gjenbrukes blant annet 340 m² systemhimling, 9 tonn bærestål, ståltrapper, servanter, kabelbroer og dører.

Prosjektet er også pilot for utslippsfri byggeplass, med mål om 85–90 % reduksjon i utslipp fra maskiner og kjøretøy, gjennom bruk av elektriske eller andre utslippsfrie alternativer.

Kartlegging av potensialet for ombruk

Resirgel ble engasjert for å kartlegge alt med potensial for ombruk, inkludert inventar. Ved vurdering av ombrukspotensial for byggematerialer ble det lagt vekt på flere kriterier. Det ble vurdert hvor stort volum som var tilgjengelig, og om dette var tilstrekkelig til å forsvare eventuelle ekstra kostnader knyttet til demontering og håndtering. Produktets restlevetid ble estimert ut fra visuell tilstand og kjente egenskaper, hvor enkelte materialer kunne ha kortere levetid på grunn av slitasje eller tekniske krav. Det ble også vurdert hvor enkelt produktet lot seg demontere sammenlignet med vanlig rivning, samt om det fantes etterspørsel i markedet. I tillegg ble den miljømessige gevinsten ved ombruk estimert, basert på klimagassutslipp som ville oppstått ved produksjon av tilsvarende nytt materiale. Det ble gjort en enkel kost/nytte-vurdering for å avgjøre om gjenbruk kunne gi gevinst. Alle vurderinger ble angitt som enkle verdier: lav, middels eller høy.

Hulldekkene ble gitt følgende vurdering:

Volum: Høy

Restlevetid: Høy

Demonterbarhet: Middels

Etterspørsel: Middels

Miljøeffekt: Høy

Kost/nytte: Lav

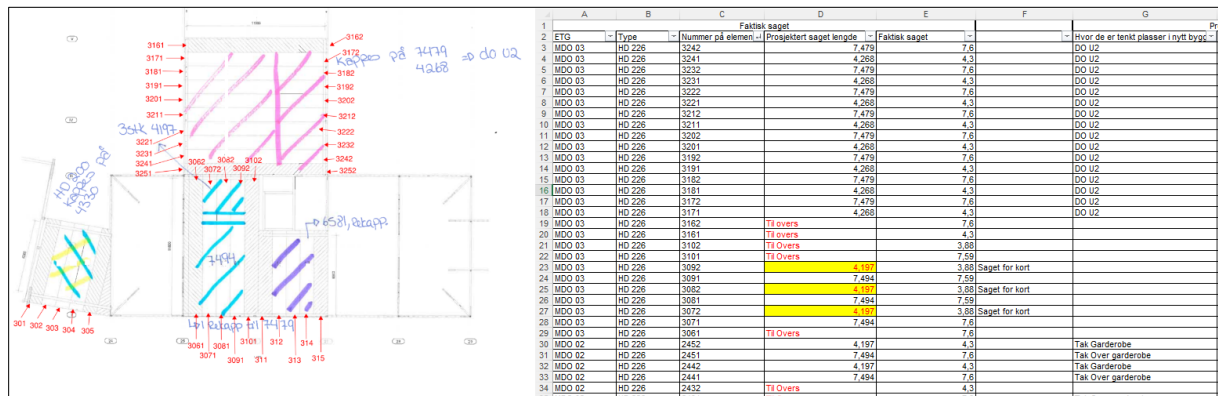
Miljøfarlig innhold: Ukjent

DMR Miljø og Geoteknikk AS utførte en miljøsanering av bygget som skulle rives. I den forbindelse ble det utført prøvetaking av hulldekkeelementene for å kartlegge helse- og miljøfarlige stoffer. Til sammen ble det tatt 19 prøver av hulldekkene, som alle viste resultater under normverdier og de ble med det klassifisert som rene masser.

Alle hulldekkene har stått innendørs innenfor byggets klimaskall i et oppvarmet og ventilert bygg, noe de også skal i det nye bygget. Dette tilsvarer eksponeringsklasse «X0 – *Ingen fare for korrosjon eller nedbrytning*», iht. NS-EN 1992-1-1. Det forventes derfor at hulldekkene har lang restlevetid og er dermed godt egnet for ombruk.

Originale tegninger ble hentet inn og overrakt RIB som skulle finne plass til hulldekkene i det nye bygget. Kartleggingsbefaring av elementer ble utført. Elementtype, samt overdekning, antall og plassering av spenntau ble kartlagt. Det ble registrert to typer hulldekker, med noe varierende antall spenntau: HD200 med 6 spenntau og HD265 med hhv 8, 9 og 10 spenntau. Alle hulldekkene var fra bygg 3, som ble bygget i 1994. Hulldekker produseres etter faste mål og er i stor grad standardiserte, med typisk bredde på 1200 mm og varierende høyder som angis i typebetegnelsen – for eksempel HD200 viser til 200 mm høyde og HD265 viser til 265 mm høyde, som var de to elementtypene som ble registrert i dette prosjektet. Denne standardiseringen har vært stabil over tid, som betyr at typebetegnelser og geometri er den

samme i dag som da det gamle bygget ble satt opp. Alle HD-elementene ble registrert og navngitt med et elementspesifikt nummer som ble markert på tegning og listet opp i et i et Excel-ark, som vist i figur 1. Her ble ønsket lengde og andre tilpasninger notert, samt hvor disse elementene var tiltenkt plassert i det nye bygget. Elementene ble så fysisk markert med dette nummeret i demonteringsprosessen og Excel-arket ble oppdatert med faktisk kapplengde etter utført demontering.



Figur 1 - Utklipp fra nummerert tegning og korresponderende Excel-ark

Resertifisering

Prøving iht. NS 3682 «Ombruk av hulldekker i betong» ble utført av Heidelberg Prefab på fabrikk. NS 3682 er en norsk standard som angir krav og retningslinjer for planlegging, demontering, prøving, vurdering og dokumentasjon av brukte hulldekker i betong til ombruk. Standarden ble fastsatt 18. februar 2022 og utarbeidet av komité SN/K 7 – Referansegruppen for betongområdet, med deltakelse fra industri, myndigheter, forskningsinstitusjoner og relevante fagmiljøer og baserer seg hovedsakelig på Skanskas erfaringer med ombruk av hulldekker fra prosjektet Oslo Storbylegevakt. NS 3682 bygger på prinsippene i NS-EN 1168 «Hulldekker i betong» og NS-EN 13369 «Generelle bestemmelser for prefabriserte betongelementer», som gjelder for fabrikkframstilte, nye hulldekker. I tillegg henviser den til SN-CEN/TS 17440, som gir system for å beskrive egenskaper for byggevarer som ikke omfattes av harmoniserte standarder. Den setter krav til at det skal gjennomføres visuell inspeksjon, materialtesting og dokumentasjon av resultatene. Disse rutinene skal sikre at ombrukte hulldekker dokumenteres på nivå med fabrikkframstilte elementer, hvilket gjør det mulig å utstede ytelseserklæring i tråd med NS-EN 1168.

Prøvingsomfanget inkluderer:

- Visuell kontroll
- Fullskala bruddtesting av et utvalg hulldekkeelementer
- Testing av trykkfasthet både fra kjerneprøver og ved bruk av prellhammer
- Undersøkelser av relevante nedbrytingsmekanismer (karbonatisering, kloridinntrengning eller alkalireaksjoner)

Visuell kontroll ble først utført av Skanska på byggeplass, før Heidelberg Prefab tok en ny sjekk etter at elementene var fraktet til fabrikk. Sjekkliste for kartlegging av elementer til ombruk ble benyttet av begge parter. Fullskala bruddtester ble gjennomført av Heidelberg Prefab på fabrikk. Totalt ble det utført fullskalaprøving av seks elementer:

- 3 stk. HD200 med 6 spenntau
- 3 stk. HD265: én med 8, én med 9 og én med 10 spenntau.

Alle elementene hadde samme produksjonssted og -år, så de ulike elementtypene ble ansett som å tilhøre samme produksjonsserie. Det ble gjennomført to separate fullskalaforsøk på hulldekkeelementer med lengde 4300 mm ved 15 °C. Begge testseriene er vurdert etter kravene i NS-EN 1168, med kriteriet $F_{\text{test}}/F_{\text{calc}} \geq 0,95$ for enkeltprøver og $\geq 1,00$ for snitt av alle prøver for hver serie. Alle testene viste tilstrekkelig bæreevne for både moment- og skjærbrudd og tilfredsstilte med det kravene i NS-EN 1168. Utklipp av prøveresultater fra Heidelberg Prefabs prøverapporter er vist i figur 2.

Figur 2 - Utklipp av prøveresultater fra fullskalatest utført av Heidelberg prefab

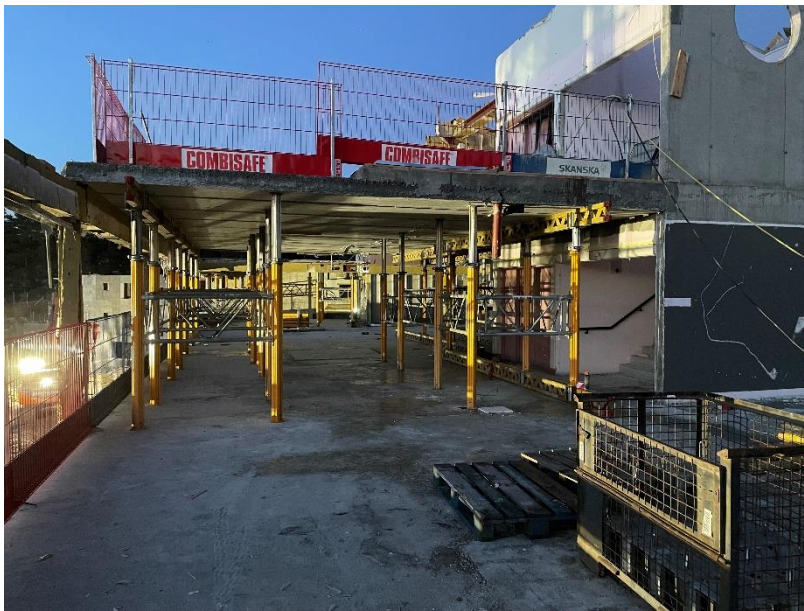
Trykkfasthet ble målt ved bruk av prellhammer på fabrikk, i tillegg til at kjerneprøver ble tatt ut og sendt til Kiwa for trykktesting iht. NS EN 196-1:2016.

Dersom deklartert eksponeringsklasse for elementenes plassering i nytt bygg er «X0 - Ingen fare for korrosjon eller nedbrytning», gir standarden rom for å erstatte materialundersøkelser for vurdering av nedbrytingsmekanismer med visuell inspeksjon. I dette tilfellet er de fleste hulldekkene plassert innenfor byggets klimaskall i et ventilert, oppvarmet rom som vil kunne tilfredsstille X0, men det er noen unntak som f.eks. himling i garasjekjeller. Her vil XC2 være mer passende og det burde dermed vært gjennomført

karbonatiseringsprøver av hulldekkene i dette området slik at restlevetid kunne vært estimert. Dette har ikke blitt gjennomført, men det anbefales at dette utføres på et representativt utvalg av elementer etter at de er montert, og at restlevetid estimeres på bakgrunn av disse.

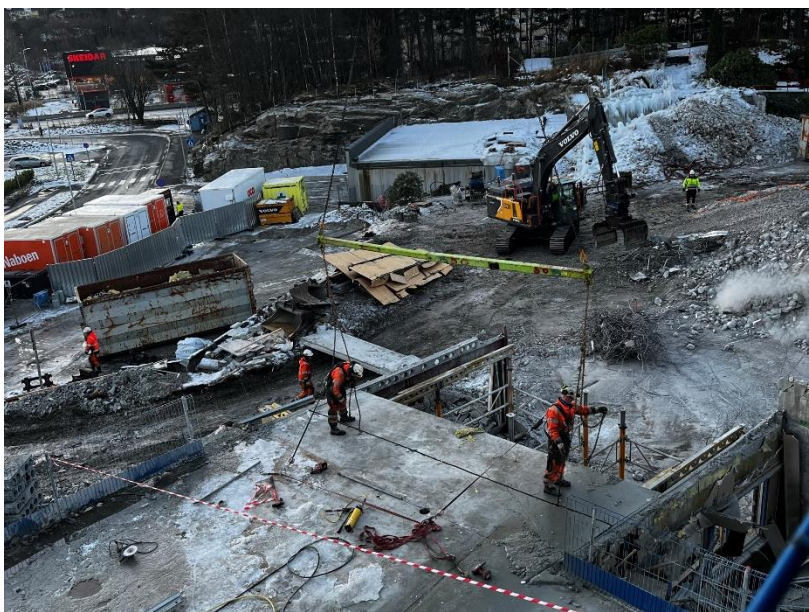
Demonteringsprosessen

Før elementene kunne demonteres, måtte det stemples opp i underkant, for å ta imot elementene når de ble kuttet løs. Dette er vist på bilde 1.



Bilde 1 - Reis under hulldekkene

Fugestøpen mellom elementene ble først slisset, før elementer ble saget tvers over på innsiden av begge oppleggene. Elementene ble så «pirket» fra hverandre med et spett, helt til resten av fugestøpen ga etter og elementene falt ned på reisen under, og elementene var klare til å løftes vekk. Dette er vist på bilde 2.



Bilde 2 - Hulldekke som klargjøres for å løftes ned

Demonteringsarbeidet ble gjennomført på vinterstid. Ettersom det ble benyttet vannkjølt sag, ga dette ekstra utfordringer knyttet til frost. For å forhindre frostproblemer på underliggende elementer, ble det benyttet et ikke-kloridholdig smeltemiddel.

Påstøp/avrettingsmasse ble i første omgang forsøkt fjernet på byggeplass, men det viste seg å være svært tidkrevende, og det ble derfor besluttet å sende dem til Heidelberg Prefab med alt av påstøp/avretting og fugestøp på.

Elementene ble løftet ned med elektrisk kran via to sett med kjetting festet rundt elementene, som vist på bilde 3. Det oppsto ikke skader av betydning på elementene i forbindelse med demonteringsprosessen.



Bilde 3 - Demontert hulldekke som heises ned

Omfang av ombruk av HD

Ved første kartleggingsrunde i forprosjektfasen ble det anslått at 847 m² av de originale hulldekkene kunne gjenbrukes. Dette var stort sett HD265, men også noe HD200. Totalt er det planlagt 1848 m² hulldekker på prosjektet, så dersom 847 m² gjenbrukes vil 45 % av hulldekkebehovet dekkes av ombruk. Underveis i demonteringsprosessen fant man ut at det var en god del flere av hulldekkene som enkelt lot seg demontere enn først antatt. Av de totalt 1667 m² hulldekker i det originale bygget, ble nærmere 1200 m² demontert. Av disse 1200 m² klarte RIB å finne plass til 1038 m². Dette tilsier en ombruksandel av de originale hulldekkene på 62 % og at 56 % av hulldekkebehovet på det nye bygget ble dekket av ombrukshulldekker.

Bearbeiding av ombrukselementer på fabrikk

De demonterte ombrukselementene ble sendt til Heidelberg Prefabs fabrikk, hvor bearbeiding og klargjøring for remontering ble utført. Det var minimalt med mellomlagring på byggeplassen, elementene ble sendt direkte til Heidelberg Prefabs fabrikk samme dag som de ble demontert. Her ble alt av arbeid med fjerning av påstøp og fugestøp, samt tilpassing av lengder og geometri utført, og eventuelle utsparinger ble tilført.

I en vanlig hulldekkeproduksjon vil etablering av utsparinger og tilpassing av geometri og lengder gjøres automatisk fra et 120 m langt, nystøpt hulldekke. Slik situasjonen er i dag, lar ikke dette seg gjøre for eksisterende hulldekker, så alt av oppmåling, markering, boring og saging måtte gjøres manuelt. Før dette kunne utføres måtte også alt av påstøp/avretting og fugestøp fjernes. Dette ble gjort ved å benytte en gravemaskin med pigghammer i enden som fjernet det groveste, før resten måtte fjernes med håndmeisling. Det er anslått at ca. 90 % ble fjernet med graver, før de resterende 10 % ble fjernet for hånd. Bare arbeidet med å fjerne fugestøp og påstøp tok 1 person ca. 1 time per element.

Merking, saging og tilføring av nye utsparinger varierte med hvor mye som skulle gjøres, men det ble oppgitt at det tok fire personer tre fulle uker å merke, sage og tilføre nye utsparinger på 110 av elementene. Det tok ca. 7 ganger så lang tid å istandsette ombrukshulldekker som det ville tatt å produsere tilsvarende nye elementer.

Remontering

HD-elementene ble gjenbrukt i de konstruksjonsdelene hvor det ikke var forventet store lastpåkjenninger. Dette var typisk i tekniske rom og i himling over garasje, under garderobe og grøntområde. Remonteringen skjedde uten vesentlige utfordringer da elementene var ferdig tilpasset på fabrikk. Det var tilnærmet ingen forskjell på remontering av ombrukshulldekker kontra montering av nye.

Økonomi og Miljø

Merarbeid knyttet til ombruk av hulldekker for entreprenør er hovedsakelig knyttet til demonteringsarbeidet, som kostet 3 millioner kroner, utført av underentreprenør Rivenes. I tillegg er det kostnader knyttet til koordinering med RIB i forkant, samt ekstra riggarbeid og -tid, ettersom demontering av hulldekkene er en god del mer tidkrevende enn rivning. Det er også en del ekstra arbeid for totalentreprenør for kartlegging og systematisering av elementer i forkant av demontering, samt ekstra arbeid og kostnader knyttet til stemplingsreis under elementer. Disse merkostnadene for totalentreprenør er ikke kvantifisert i prosjektet. Merkostnader knyttet til prosjektering av ombrukshulldekkene er estimert til 400 000 kr for dette prosjektet.

For hulldekkeprodusent er det snakk om en god del merarbeid i forhold til produksjon av nye elementer, slik situasjonen er i dag. Resertifisering, saging, tilpasning, fjerning av på- og fugestøp er anslått å ta ca. 7 ganger så lang tid for ombrukshulldekker som for produksjon av nye, men kostnadsbesparelsene ved å slippe materialproduksjon ser ut til å gjøre at det totale kostnadsbildet blir noe bedre. Det ble oppgitt at det tok fire personer tre fulle uker å merke, sage og tilføre nye utsparinger på 110 av elementene. I tillegg tok det ca. 1 time per element å få fjernet alt av fugestøp, påstøp og ujevnheter. Gitt 37,5 timers arbeidsuker, tok det da gjennomsnittlig $37,5 \text{ timer/uke} \cdot 3 \text{ uker} \cdot 4 \text{ personer} / 110 \text{ elementer}$, som gir ca. 4 arbeidstimer per element. Totalt tidsforbruk for bearbeiding av elementer blir da 5 timer per element når man legger til den ene timen det tok å fjerne påstøp og fugestøp. Gitt en gjennomsnittlig elementstørrelse på 7 m^2 , gikk det da med 0,75 arbeidstimer (45 minutter) per m^2 . Med en antatt timekostnad for fagarbeidere hos Heidelberg på ca. 500 kr/t og en total mengde ombrukshulldekker på 1038 m^2 blir det da 390 000 kr totalt for bearbeiding av hulldekker og en kvadratmeterpris på 375 kr. Dette er betraktelig lavere enn kontraktsummen på 1 580 000 kr som Heidelberg hadde for prosjektet. Her er imidlertid kostnader til transport og lagring, samt testing i henhold til NS 3682 inkludert i beløpet, i motsetning til de 390 000 kr som bare er selve produksjonskostnaden. Det kan likevel tenkes at det er mulig å redusere denne kostnaden noe i fremtidige prosjekter.

Tilbudt pris for nye hulldekker, levert til byggeplass var 584 kr/ m^2 .

Rivekostnaden dersom elementene ikke skulle demonteres forsiktig for å gjenbrukes er usikker, men er estimert til ca. 500 kr/ m^2 inkl. deponering. Merkostnaden for ombruk, basert på faktiske kontraktsummer blir da:

Ombruk

Bearbeiding og resertifisering av ombrukshulldekker: 1 580 000 kr

Demontering: 3 000 000 kr

Ekstra prosjektering: 400 000 kr

Sum: 4 980 000 kr

Kvadratmeterkost: 4 798 kr/m² (4 980 000 kr / 1038 m²)

Her er ikke riggtiltak, kartlegging og koordinering knyttet til demonteringsprosessen medtatt.

Nytt

Nye hulldekker: 606 192 kr (584 kr/m² * 1038 m²)

Rivning og deponering: 519 000 kr (500 kr/m² * 1038 m²)

Sum: 1 125 192 kr

Kvadratmeterkost: 1084 kr/m²

Merkostnad for ombruk

Totalkost: 3 854 808 (4 980 000 kr - 1 125 192 kr)

Kvadratmeterkost: 3714 kr/m² (3 854 808 kr / 1038 m²)

Klimabesparelsen ved ombruk er beregnet til 37 kilo CO₂-ekvivalenter spart per kvadratmeter hulldekke, for A1-A3, altså råvareuttak og -produksjon, transport av materialene til fabrikk, samt selve produksjonen av elementene. Dette er funnet ved å anta at det er null utslipp knyttet til materialproduksjonen av ombrukte hulldekker. I realiteten er det noe utslipp knyttet til bearbeiding av hulldekkene, men dette er ikke kvantifisert i prosjektet og følgelig heller ikke medtatt i beregningene. Med et ombruk på 1038 m² tilsvarer dette en total besparelse på omtrent 38 400 kg CO₂-ekvivalenter. Gitt en merkostnad for ombruk av hulldekker på 3,85 millioner kroner, gir dette en karbonreduksjonskostnad på ca. 100 kroner per spart kg CO₂-ekvivalent. Til sammenlikning er karbonreduksjonskostnaden ved å benytte tradisjonell lavkarbonbetong (inntil 50% karbonreduksjon) 1-3 kr/kg, bruk av lavkarbonbetong med karbonfangstsement (inntil 90 % karbonreduksjon) 4-8 kr/kg, mens elektrifisering av maskinparken ligger på rundt 50 kr/kg.

Prosjektet hadde et mål om å oppnå 40 % reduksjon i klimagassutslipp knyttet til materialbruk i forhold til et referansebygg. Per august 2025 ligger det an til å oppnå en 45 % reduksjon. Dersom det hadde blitt benyttet nye hulldekker i stedet for ombrukte, ville dette tallet vært 43,9 %. Ombruk av hulldekker ligger dermed an til å bidra med 1,1 prosentpoeng til den totale utslippsreduksjonen.

Dersom man legger til grunn en vekt på ca. 350 kg/m² hulldekke, var materialbesparelsen ved å ombruke hulldekker 363 tonn betong.

Forbedringsforslag

Demonteringsprosessen er den mest kostbare og risikofylte delen av ombruksprosessen.

Dersom bygninger som planlegges for ombruk utformes med tanke på demonterbarhet, slik

at elementer kan løftes ut i stedet for å måtte kuttes og slippes ned på reis, vil både HMS-risiko, kostnader og tid kunne reduseres.

Dersom hulldekkene ikke er demonterbare og må sages i endene, anbefales det at saging utføres utenom vinterstid, for å unngå frostproblemer som følge av bruk av vannkjølt sag. Uavhengig av om hulldekkene er demonterbare eller må sages, vil en grundig kartlegging av byggets stabilitet underveis i demontering bidra til tryggere arbeidsforhold.

Mer standardiserte hulldekkeelementer, kombinert med et større og bedre organisert lager av gjenbrukbare elementer, vil kunne redusere behovet for omfattende tilpasninger i fremtidige prosjekter, og dermed gi betydelige tids- og kostnadsbesparelser. Alternativt vil en automatisering av tilpasning av eksisterende elementer på lik linje som ved nyproduksjon bidra til å kutte tid og kostnader vesentlig på den mest tidkrevende delen av ombruksprosessen.

Konklusjon

Dagens karbonreduksjonskostnad for ombruk av hulldekker som er beregnet til om lag 100 kr per kg CO₂ spart er svært høy, og trolig i realiteten enda høyere enn dette. Både de faktiske utslippene fra bearbeiding og de totale kostnadene er noe underestimert i denne rapporten. Samtidig viser prosjektet at kostnaden for bearbeiding og resertifisering trolig kan reduseres gjennom mer effektive prosesser, særlig dersom volum og etterspørsel etter ombrukte hulldekker øker. Den mest kostnadsdrivende delen av prosessen er demonteringen. Dersom fremtidige bygg prosjekteres med tanke på demonterbarhet, for eksempel med skrukoblinger, løfteanordninger og optimaliserte fuger og påstøp, kan både tid, kostnader og HMS-risiko reduseres betydelig. Likevel er karbonreduksjonskostnaden i dagens situasjon så høy at ombruk av hulldekker ikke fremstår som et økonomisk forsvarlig klimatiltak alene. Selv med halverte kostnader for demontering og bearbeiding, ville tiltaket fortsatt ligge langt over et nivå som kan regnes som kostnadseffektivt. Kostnaden må trolig reduseres med opptil 90 % for at ombruk skal kunne konkurrere med andre relevante klimatiltak. I tillegg vil videre utvikling av lavkarbonbetonger redusere forskjellen i klimagassutslipp mellom nytt og brukt, og dermed svekke marginen for utslippsbesparelse.

Dersom ombruk skal rettferdiggjøres i fremtidige prosjekter, må argumentasjonen derfor utvides utover klimagassregnskapet. Ombruk handler også om ressursforvaltning, avfallsreduksjon og bevaring av materialer. Spørsmålet blir da ikke bare hvor mye CO₂ man sparer, men hva en materialbesparelse på 363 tonn armert betong faktisk er verdt i et sirkulært byggperspektiv.