

Målbare kriterier for DfD (design for demontering og ombruk)



SirkBygg

Rapport fra FoU-prosjektet SirkBygg
April 2024

Forfattere:

Marie Male Kalstø, Skanska

Marit Kindem Thyholt, Skanska

Sverre Smeplass, Skanska

Med bidrag fra SirkBygg-partnere

Innhold

1	Innledning	4
2	Metode	5
2.1	Litteraturundersøkelse.....	5
2.2	Partnersamlinger, særmøter og gruppeintervjuer	5
3	Definisjoner	9
4	Overordnet om kriteriesettet	10
5	Målbare kriterier for DfD	12
5.1	Nivå 1: overordnet systemnivå	12
5.1.1	Standard grid	12
5.1.2	Enkelt og helhetlig bæresystem.....	12
5.1.3	Stabilitet ved demontering	13
5.1.4	Materialer	13
5.1.5	Tekniske gjennomføringer	14
5.1.6	Dokumentasjon av DfD til FDV	14
5.2	Nivå 2 komponentnivå.....	15
5.2.1	Forbindelser og innbyrdes uavhengige materialsjikt	16
5.2.2	Tilkomst.....	17
5.2.3	Bestandighet.....	17
5.3	Dokumentasjon av DfD-faktor og reduksjonsfaktorer	18
6	Eksempel på beregning av DfD-indeks	18
7	Vedlegg 1: Oppsummering fra workshop om demonterbarhet og ombrukbarhet 5. april 2022	22
7.1	Gruppe 1: demontering- og remonteringsfasen	22
7.2	Gruppe 2: Sporing og dokumentasjon	28
7.3	Gruppe 3: Planløsninger og arkitektur	30
7.4	Gruppe 4: Forutsetninger for rasjonell ombruk	34
7.5	Veien videre.....	37
8	Vedlegg 2: Oppsummering fra workshop om demonterbarhet og ombrukbarhet 24. oktober 2022	38
8.1	Spørsmål 1 – Global utforming.....	39
8.2	Spørsmål 2 – Hvordan dimensjonere for flere sykluser	42
8.3	Spørsmål 3 – Teknisk infrastruktur.....	44
8.4	Spørsmål 4 - Begrensinger for ombygginger	45
8.5	Spørsmål 5 – Fasader	46

8.6	Spørsmål 6 – Føringsveier	47
8.7	Annet	47
8.8	Veien videre.....	48
9	Vedlegg 3: Spørreskjema som grunnlag for gruppeintervjuer om målbare kriterier for DfD.....	49
9.1	Demonterbarhet.....	49
9.1.1	Enkelt system.....	50
9.1.2	Stabilitet	50
9.1.3	Separere delsystemer	51
9.1.4	Forbindelser	51
9.1.5	Tilkomst.....	52
9.1.6	Materialer	52
9.1.7	Komponenter	53
9.2	Ombrukbarhet.....	53
9.2.1	Bestandighet	53
9.2.2	Standard grid	54
9.2.3	Tekniske gjennomføringer	54
9.3	Dokumentasjon.....	54
9.3.1	Demonteringsplan.....	55
9.3.2	Digital tvilling	55
9.3.3	Liste over DfD-bygningskomponenter	56

1 Innledning

Å planlegge og bygge for mulig fremtidig demontering og ombruk (DfD¹) av de materialressursene vi bygger inn ved nybygg og rehabilitering, er et tema som har blitt aktualisert i løpet av kort tid. DfD er eksempelvis fremhevet som viktig tiltak for en mer sirkulær byggenæring både fra EU via Green Deal² (EUs taksonomi) og nasjonal handlingsplan for sirkulær økonomi³. I iht. revisjon 1. juli 2022 av §9-5 i teknisk forskrift av 2017 (TEK17), ble det stilt krav om at «Byggverk skal prosjekteres og bygges slik at det er tilrettelagt for senere demontering når dette kan gjennomføres innenfor en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme».

Det eksisterer ingen målbare kriterier for hva som kan defineres som DfD, hverken i standarden ISO 20887:2020⁴, TEK17, EUs taksonomi eller i andre kilder. Når det stilles krav til DfD i byggeprosjekter fra myndighetshold, eller at DfD blir stilt som kriterium i sertifiseringsordninger (som f.eks. BREEAM-NOR), bransjeordninger (som f.eks. FutureBuilt), i anbudskonkurranser eller dersom klimaeffekten av DfD skal inkluderes i klimagassregnskap, vil det være hensiktsmessig å ha klare og målbare kriterier for hva som skal kunne anses å være løsninger for DfD. I denne rapporten beskrives en studie av hvordan målbare kriterier for DfD kan utformes. Rapporten tar utgangspunkt i at det ikke er tilstrekkelig at det blir tilrettelagt for demontering uten at ombrukskomponentene også er egnet for ombruk. Om ombrukskriteriene ikke er oppfylt, gis ikke tilretteleggingen for demontering noen verdi.

Rapporten er utarbeidet i FoU-prosjektet SirkBygg⁵ (Sirkulære nybygg – Design og bygging for demontering og ombruk). Formålet har vært å fremskaffe et første underlag for hvordan målbare kriterier for DfD kan stilles. Det erkjennes at dette er et tema som trenger uttesting av det som i denne rapporten omtales som DfD-indeks. Denne indeksen er ment å kunne stilles som krav når det i ulike sammenhenger kreves DfD, men underlag for beregning av selve indeksen krever videre arbeid.

Dokumentasjon av DfD-indeksen er i rapporten foreslått skal skje ved egendeklarasjon fra de ansvarlige prosjekterende i et byggeprosjekt. Denne deklarasjonen skal være transparent og forutsetningene for beregningen av indeksen skal komme klart frem.

¹ I internasjonal litteratur benyttes «Design for disassembly» eller «Design for Deconstruction» som begrep for disse prosessene, forkortet DfD. Standarden ISO 20887:2020¹ definerer Design for Disassembly på følgende måte: "Approach to the design of a product or constructed asset that facilitates disassembly at the end of its useful life, in such a way that enables components and parts to be reused, recycled, recovered for energy or, in some other way, diverted from future waste stream".

² https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

³ Nasjonal strategi for en grøn, sirkulær økonomi, Regjeringen 2020.

⁴ ISO 20887:2020 Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirement and guidance

⁵ FoU-prosjektet SirkBygg ledes av Skanska, og er finansiert av Norges Forskningsråd.

I SirkBygg er hovedfokus på store konstruksjoner som bidrar til de største klimagassutslippene og ressursforbruket i nye byggeprosjekter (bæresystemer, dekker og fasader). Fokuset er derfor i denne studien vektlagt disse konstruksjonene. Imidlertid vil metoden også kunne brukes på andre byggevarer som benyttes i byggeprosjekter. Dette forutsetter at det etableres egne DfD reduksjonsfaktorer (se definisjon).

2 Metode

Resultatene i denne rapporten fremkommer på grunnlag av litteraturundersøkelser angående hvilke kriterier som i internasjonal litteratur stilles til DfD, workshops og særmøter i SirkBygg, gruppeintervjuer av partnerne i Sirkbygg samt intervjuer av eksterne aktører. I dette kapitlet gis en beskrivelse av disse aktivitetene.

2.1 Litteraturundersøkelse

SINTEF har som ledd i SirkBygg utarbeidet en State-of-the-art artikkel «Design for Disassembly: a systematic scoping review analysis of built DfD structures» (del av arbeidspakke H1). I denne artikkelen er det som ett av flere søkekriterier sett på hva internasjonal litteratur om DfD har lagt til grunn mht. hvilke kriterier som er stilt for DfD. Dette inkluderer bl.a. ISO 20887⁶. Det er i tillegg sett til hvilke kriterier som er gitt i DFØ ([Kriterieveiviseren \(anskaffelser.no\)](https://www.kriterieveiviseren.no)) og BREEAM-NOR v.6.1 for ombrukbarhet.

2.2 Partnersamlinger, særmøter og gruppeintervjuer

Det har vært gjennomført følgende workshops og særmøter hvor fokus har vært hvordan tilrettelegge for fremtidig demontering og ombruk:

- Partnersamling med workshop SirkBygg 5. april 2001
- Partnersamling med workshop SirkBygg 24. oktober 2002
- Partnersamling SirkBygg 1. juni 2003
- Særmøter om nødvendig dokumentasjon for bygg med DfD, SirkBygg-partnere samt eksterne leverandører
- Gruppeintervjuer med SirkBygg-partnere om målbare kriterier for DfD gjennomført i 2023

⁶ISO 20887: Sustainability in buildings and civil engineering works – Design for disassembly and adaptability – Principles, requirements and guidance.

Partnersamling 5. april 2021

Under vises hvilke temaer som ble lagt til grunn for workshop i partnersamlingen.

- Workshop:
 - Hvilke teknikker, løsninger og forretningsmodeller må være på plass når dagens nybygg skal kunne demonteres på en rasjonell måte, og hvor de demonterte konstruksjonene videre skal kunne ombrukes?
- Svarene fra workshopen skal vi bruke til
 - Planlegge FoU-aktiviteter, spesielt knyttet til pilotprosjektene
 - Utvide forståelsen av hva som kan defineres som «demonterbart» og «ombrukbart», som vil være sentralt for hvordan DFD bør inngå i klimagassberegninger.
 - Diskusjonene fra workshopen skal dokumenteres i rapport

Gruppe 1 – Demonterings- og remonteringsfasen

- **Målsetning:** Hvordan bygge for senere effektiv og trygg demontering, samt tilrettelagt for effektiv ombruk?
- Gruppeleder og referent: Sverre Smeplass og Nina Øystad-Larsen
- **Spørsmål som skal besvares:** Hvilke tekniske løsninger er nødvendige for at demontering skal kunne la seg gjennomføre i praksis?
- Stikkord/ delspørsmål:
 - Hvilke typiske løsningsvalg fra Parallell vil gi utfordringer ved demontering og ombruk av enkeltkomponenter?
 - Hvor kan det være det størst potensiale for å skifte ut ikke-demonterbare løsninger med demonterbare? Vurder vanskelighetsgrad opp mot effektbidrag
 - Vil bruk av demonterbare løsninger gi utfordringer mht. bygningsfysikk, lydgjennomgang og brann sikkerhet?
 - I hvor stor grad er plasseringen av tekniske installasjoner til hinder for ombruk? Kan dette løses på en bedre måte enn på Parallell?
 - Hvordan kan vi sikre at demonterbare detaljer er tilstrekkelig sikre i en framtidig demonterings-/remonteringsfase? Er det nødvendig å øke kvaliteten på dagens komponenter for å sikre tilstrekkelig levetid ved gjentatt ombruk?

05/04/2022

Go to header/footer to change text

5

Gruppe 2: Sporing og dokumentasjon

- **Mål:** Et første idetilfang på hva som må dokumenteres for å muliggjøre ombruk og input til hva som må undersøkes i det videre arbeidet i prosjektet.
- Gruppeleder og referent: Kristoffer Magerøy og Carine Lausset
- **Spørsmål som skal besvares:** Hvordan sikre at ombruksobjektene har nødvendig dokumentasjon slik at demontering og ombruk faktisk kan realiseres ut fra de krav som kan tenkes å gjelde på dette tidspunktet (f.eks. om 60 år)?
- Stikkord:
 - Hva må dokumenteres fra ulike livssyklusfaser?
 - Produktdata, geometriske data, as-built dokumentasjon, monteringsrekkefølge?
 - Endringer og påkjenninger i løpet av driftsfasen?

Gruppe 3: Planløsninger og arkitektur

- **Mål:** Hvordan vil DfD påvirke planløsninger og arkitektur?
- Gruppeleder og referent: Torben Daub og Carine Lausset
- Spørsmål som skal besvares:
 - **Hva kreves av bygningsdesignen for at ombruksobjektene faktisk har relevans mht. ombruk i fremtiden?**
- Stikkord:
 - Fleksibilitet/generalitet/elastisitet – DfD bør ikke være hinder for lang levetid for bygget
 - God arkitektur med mer standard dimensjoner, modultenking
 - Unngå ødeleggelse som f.eks. hulltaking i både bygge- og driftsfasen
 - Tilgjengelighet for demontering
 - Nye standarder/regelverk nasjonalt og internasjonalt
 - Bevissthet rundt gjenbruk i prosjektering, fra alle involverte parter
 - Unngå påstøp, innstøp, ikke-avtagbare kjemiske bindemidler, lim eller sveising
 - Fokus på boltede, skrudde eller spikrede forbindelser

Gruppe 4: Forutsetninger for rasjonell ombruk

- **Målsetning:** Definer forutsetningene for DfD som forretningside
- Gruppeleder og referent: Ann Kristin Kvellheim og Nina Øystad-Larsen
- Spørsmål som skal besvares: **Hvilke rammebetingelser må være på plass for at DfD og framtidig ombruk kan etableres som en forretningside? Hvordan vil DfD påvirke rollefordelingen i byggebransjen?**
- Stikkord/delspørsmål:
 - Insentiver som kan motivere dagens byggherrer til å velge DfD-løsninger (økonomiske, juridiske, andre?)
 - Må DfD nødvendigvis koste mer, eller gi større kortsiktige klimagasspådrag?
 - Modulisering, standardisering av geometri, er det mulig å få økonomi i DfD uten dette?
 - Hvilke nye roller/funksjoner vil dette kreve? Hvilke etablerte roller vil endres eller forsvinne?
 - Leverandørleddet – hvem skal tildanne, dokumentere, lagre og levere ombrukskomponenter?

Oppsummering fra workshop 1 er vist i vedlegg 1.

Partnersamling 24. oktober 2022

Gruppeoppgaver i workshop i partnersamlingen:

Gruppeoppgaver – Hvordan planlegge bygget for effektiv ombruk (DfD)

Målsetning: en design som tilrettelegger for god funksjonalitet og arkitektur, et endringsdyktig bygg, samt effektiv ombruk ved endtliv for bygget.

Metode: Ta utgangspunkt i den skisserte utformingen av bygningskroppen for Østre Aker vei 25. Hovedfokus på bæresystemet (inkl. dekker) og fasader

1. Hvilke grep må gjøres med den globale utformingen av bygningskroppen for å sikre en høyere grad av standardisering av komponentene i bæresystemet.
2. Hvordan dimensjonere for flere sykluser (demonteringer og ombruk)?
3. Hvordan planlegge teknisk infrastruktur uten gjennomføringer i bærende konstruksjoner/dekker/fasader? Hensynet til lyd og brann må ivaretas
4. Kan DfD legge begrensninger for små og større ombygginger i løpet av byggets levetid, evt. på hvilke måte?
5. Hvordan planlegge bærekonstruksjoner som muliggjør utskifting/ombruk av fasader?
6. Hvordan planlegge føringsveier for tekniske installasjoner som muliggjør endrede funksjoner/behov i løpet av byggets levetid? Og som er forenlig med DfD.

Denne workshopen var knyttet til fysiske løsninger for ett av pilotprosjektene i SlrkBygg. Oppsummering fra workshopen er gitt i vedlegg 2, kapittel 8.

Partnersamling 1. juni 20023

I denne samlingen var kriterier for DfD et tema. Målet med diskusjonene var:

- Hvilke kriterier bør legges til grunn for definisjon av DfD-bygg og DfD-komponenter?
- Hva skal dokumenteres, hvordan, og hvem skal ha ansvaret?

Følgende tema ble diskutert:

- Hva skal gevinsten være med å tilrettelegge for DfD?
- Stabilitet: skal det kreves at seksjoner for DfD skal kunne fjernes uten forsterkningstiltak på øvrig konstruksjon? Hva kan vi eventuelt tillate av tiltak og skal det stilles noen krav til hvordan disse beskrives/dokumenteres?
- Merking av elementer: er det nødvendig eller er det for strengt?
- Hvordan definere livssyklus for de ulike elementene?
- Innpakning (overdekking): hvor mye kan vi tillate av innpakning og festemidler
- Hvem skal ha dokumentasjonen, hvor skal den lagres, og i hvilke formater? Hvordan sikre oppdatering av plan og overlevering av dokumentasjon ved ny eier? Skal dokumentasjonen lagres fysisk på plass?
- Hva menes med «standard»?
 - Festemidler
 - Grid/standard dimensjoner
 - Forbindelser

Diskusjonene er en del av grunnlaget for anbefalingene i denne rapporten om hvilke kriterier som skal stilles. Oppsummering fra workshopen er ikke gitt i rapportens form, og gjengis derfor ikke i denne rapporten.

Særmøter om dokumentasjon

Det har i løpet av 2022 og 2023 vært gjennomført i alt åtte særmøter og en workshop (partnersamling) med partnerne i SirkBygg i tillegg til Moelven, Splitkon og Woodcon angående nødvendig dokumentasjon for å tilrettelegge for DfD i byggeprosjekter. I tillegg har prosjektet Midtbygda sykehjem i Bergen, hvor det har vært jobbet mye med ombruk, bidratt med sine erfaringer mht. hvilken dokumentasjon de har hatt nytte av, og hvilken de har savnet i forbindelse med ombruk. Dette arbeidet er oppsummert i et eget notat i regi av arbeidspakke H1, og vil være tilgjengelig for SirkBygg-partnerne. Notatet inngår som ett av flere grunnlag for å angi hva slags dokumentasjon knyttet til byggets FDV som vil være nødvendig for å sannsynliggjøre fremtidig demontering og ombruk.

Forskningsspørsmålet som ble stilt i dette arbeidet var følgende:

Hvordan sikre at ombruksobjektene har nødvendig dokumentasjon slik at demontering og ombruk kan realiseres ut fra de krav som kan tenkes å gjelde på det aktuelle tidspunktet (f.eks. om 60 år)?

- Hva må dokumenteres fra de ulike livssyklusfasene prosjektering, produksjon/transport, montering, drift/vedlikehold og demontering?
- Hvilke typer av data må dokumenteres? Produktdata, geometriske data, as-built dokumentasjon, monteringsrekkefølge og annet?
- Setter ombruk spesielle krav til dokumentering av endringer og påkjenninger i løpet av driftsfasen til bygget?
- Hvilke krav settes til kvaliteten på informasjonen?

Gruppeintervjuer om målbare kriterier for DfD

Det ble i løpet av august og september 2023 gjennomført fem gruppeintervjuer med partnerne i Sirkbygg. Diskusjonene er en del av grunnlaget for anbefalingene i denne rapporten om hvilke kriterier som skal stilles. Spørreskjema som grunnlag for intervjuene er vist i vedlegg 3.

Innspill til endelig rapport

Utkast til denne rapporten er forelagt partnerne i SirkBygg, og basert på disse kommentarene er rapporten ferdigstilt.

3 Definisjoner

DfD er forkortelse for Design for Disassembly, eller Design for Demontering. I SirkBygg-sammenheng legger vi i begrepet DfD å designe for demontering og ombruk, dvs. designe for rasjonell, sikker, kostnadseffektiv og miljøvennlig demontering, samt at de demonterbare komponentene skal være av en slik karakter at de med høy sannsynlighet er attraktive for ombruk i fremtiden. Hensikten med definisjonen er å få på plass et sett med konkrete og målbare kriterier for å kunne bestemme i hvor stor grad et bygg er DfD. Graden av DfD skal kunne benyttes inn mot byggets klimagassregnskap og gi reduksjon i byggets

klimagassutslipp. Formålet med tiltaket er å skape initiativ til å bygge gode «donorbygg» for fremtiden.

Demonterbarhet

For å sannsynliggjøre ombruk er det ikke tilstrekkelig at elementer *kan* demonteres, men at prosessen med å hente dem ut også er rasjonell. I dette ligger enkle, separable, standardiserte løsninger som gir få, repetitive og forutsigbare arbeidsoperasjoner ved demontering, og hvor prosesser rundt logistikk, sortering og borttransportering hensyntas.

Ombrukbarhet

I begrepet ombrukbarhet ligger det ikke bare at det er mulig at et element *kan* ombrukes, men at bygningsdelen er av en slik karakter at den med høy sannsynlighet vil ansees som en ressurs for fremtidige utbyggere og dermed sannsynliggjør ombruk.

Seksjon

En andel av et bæresystem som det kan gjennomføres egen DfD-analyse på. En minste tillatte størrelse på bruksareal (BRA) for en DfD-seksjon er satt til 500 m².

Bygningskomponent/DfD-komponent

Den bygningsdelen som planlegges for DfD. «Objekt» er også benyttet i teksten (fra workshops).

DfD-faktor, DfD-reduksjonsfaktor og DfD-indeks

DfD-faktoren angir om en komponent er egnet til vurdering av DfD. Dersom DfD er relevant for komponenten settes DfD-faktoren lik 1, hvis ikke settes faktoren lik 0

DfD-reduksjonsfaktoren brukes for å skalere DfD-faktoren for komponentene i de tilfellene der løsningene ikke er optimalt tilpasset framtidig demontering og ombruk.

DfD-indeksen angir den samlede graden av DfD for en seksjon eller samlet bæresystem basert på en sammenstilling av DfD-faktorer og reduksjonsfaktorer for samtlige komponenter i bæresystemet, vektet på basis av kjente kostnadsdrivere for demontering og klargjøring for ombruk.

4 Overordnet om kriteriesettet

Kriteriesettet omfatter bærende elementer og fasadeelementer. Det er ønskelig med en utbredt bruk av DfD-løsninger og det er derfor viktig at kriteriesettet omfavner ulike ambisjonsnivåer av DfD. Kriteriesettet vil derfor åpne for ulik grad av DfD som måles på to nivåer. Første nivå er på seksjonsnivå (se definisjon) av i

et bygg som kan regnes som DfD. Andre nivå er i hvilken grad en enkel komponent kan regnes som DfD. Til sammen skal de to nivåene kunne si noe om i hvor stor grad et bygg er DfD, oppgitt i DfD-indeks. Det vil være opp til den prosjekterende å deklare graden av DfD. Deklarasjonen må være begrunnet i så høy grad at den er reviderbar ved en tredjepartskontroll.

Kriteriene skal deklarerer på en av følgende to måter:

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0. Disse faktorene omtales som *DfD-faktor*
- Ja/Nei, dersom ja, 1 multipliseres med en *reduksjonsfaktor*.

Reduksjonsfaktoren skal ivareta ulike grader av DfD og bestemmes ut fra kostnadsdrivere for demontering og klargjøring for ombruk. Kostnadene for fremtidig demontering og ombruk er sett opp mot kostnadene for bruk av nye produkter i bygg nummer 2, og vurdert med utgangspunkt i dagens kostnadsnivå. Det er lagt til grunn to sykluser for DfD-komponentene. I fremtiden er kostnader for demontering og ombruk ukjente, og alternativkostnadene for nye byggevarer, avfall, resirkulering m.m. er også ukjente. Det er derfor tatt utgangspunkt i dagens kostnader, og estimerte kostnader basert på erfaringer er lagt til grunn. Reduksjonsfaktorene, som er basert på slike kostnader, kan ved videre arbeid med metodikken testes ut og eventuelt revideres dersom kostnadsbildet anses annerledes enn hva som er lagt til grunn her. Ved bruk av metoden kan også reduksjonsfaktorene justeres dersom det kan dokumenteres at kostnadene ved demontering og ombruk er annerledes.

Graden av DfD baseres på følgende kriterier:

- Overordnet systemnivå
 - Standard grid
 - Enkelt og helhetlig bæresystem
 - Stabilitet ved demontering
 - Materialer
 - Tekniske gjennomføringer
 - Dokumentasjon
- Komponentnivå
 - Forbindelser og innbyrdes uavhengige materialsjikt
 - Tilkomst
 - Bestandighet

5 Målbare kriterier for DfD

5.1 Nivå 1: overordnet systemnivå

Nivå 1 gjelder bygget på seksjonsnivå, og hensyntar at det ikke er tilstrekkelig at de enkelte bygningskomponenter er tilrettelagt for DfD. Bygget eller deler av bygget (seksjoner) må være planlagt for en effektiv og trygg demontering samt at omfanget av bygningskomponentene må være på et tilstrekkelig nivå både for at demonteringsprosessen skal være rasjonell og for at bygningskomponentene skal kunne anses å ha en markedsverdi.

DfD-faktoren må være 1 for alle kriterier for at en seksjon skal kunne anses som en DfD-seksjon.

5.1.1 Standard grid

Begrunnelse: Skal sikre høy kvantitet av like ombrukbare elementer. Dette øker lønnsomheten for både demontering og ombruk.

Seksjon (se definisjon) av bygning som er DfD skal følge et standardgrid tilpasset valgt bæresystem med repeterende mønster.

- Ja/Nei, dersom ja, 1 multipliseres med en reduksjonsfaktor.

Reduksjonsfaktoren settes ut fra vurdering av ensartethet og tildanningskostnader ved andre gangs bruk av bygningskomponent:

- Reduksjonsfaktor = 1,0: rektangulært grid: enhetlig akseavstand og enhetlig etasjehøyde i DfD-seksjonen.
- Reduksjonsfaktor = 0,9: rektangulært grid, inntil 3 ulike akseavstander og inntil tre ulike etasjehøyder
- Reduksjonsfaktor = 0,6: rektangulært grid, flere enn 3 ulike akseavstander
- Reduksjonsfaktor = 0,3: ikke rektangulært grid

5.1.2 Enkelt og helhetlig bæresystem

Begrunnelse: Unngå kompleks logistikk rundt demontering med mange ulike metoder for demontering da dette er kostbart og tidkrevende, og kan gi lav kvantitet på de ulike materialene som gjør bygget mindre attraktivt for ombruk. Desto større kompleksitet desto vanskeligere er det å se for seg at bygningen vil bli et attraktivt donorbygg.

Seksjonen av bæresystemet som er DfD skal bestå av ett helhetlig prinsipp og ikke sammenfattes av flere ulike systemer.

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0

Eksempel på helhetlig prinsipp og ulike systemer: ved bygging av betongelementbygg kan ikke deler av dekkene i seksjonen bestå av plasstøpt betong.

5.1.3 Stabilitet ved demontering

Bakgrunn: Dersom den globale stabiliteten ikke er ivaretatt på en god måte, vil demontering utgjøre en stor HMS-risiko. Dersom en fremtidig eier ikke føler seg trygg på, eller ser at det krever mye ressurser å sikre at de ombrukbare elementene kan demonteres sikkert, vil bygget være mindre attraktivt for ombruk.

Demonterbare og ombrukbare seksjoner av et bygg skal kunne fjernes uten større forsterkningstiltak. I dette ligger det at det ikke må være spesielle forhold som kompliserer demonteringen. Altså dersom forutsetningene har endret seg slik at demontering ikke kan skje som en montering i revers, må man sørge for at demonteringen likevel blir rasjonell. Dette forutsetter at det blir utviklet en skisse til en demonteringsplan i tillegg til den ordinære monteringsplanen.

Demonteringsplanen er ment som et verktøy for å kunne produsere en god og trygg demonteringsplan i fremtiden. Demonteringsveilederen skal produseres parallelt med instruksjoner for montering for å sikre gode og helhetlige løsninger, og den skal ikke basere seg på en spesifikk kranplassering. Spesielle forhold med tanke på demontering og stabilitet må belyses i veilederen.

Dersom bygget består av både seksjoner som er DfD og ikke DfD, må rivningen av de seksjonene som ikke er DfD kunne gjennomføres uten å kompromittere demontering av DfD-seksjonene.

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0

5.1.4 Materialer

Begrunnelse: Færre varianter av hvert enkelt materiale vil redusere kompleksiteten og sørge for høy kvantitet og enkel logistikk rundt sortering og bort-transportering.

Antallet ulike materialer i bæresystemet skal begrenses slik at det ikke påvirker graden av DfD. Antall ulike materialer, og hvordan dette er begrenset, skal begrunnes og dokumenteres. Materialkvaliteten skal være av standard variant og i høyest mulig grad være lik for alle komponenter av samme type. Samordningen av materialkvaliteter må gjennomføres på en slik måte at det ikke fører til at deler av seksjonen ikke blir overdimensjonert og dermed gir overforbruk av materialer. Det

skal unngås overflatebehandlinger der dette ikke er nødvendig for å redusere slitasje eller nedbrytning av materialene.

Det skal ikke benyttes helse- og miljøskadelige materialer som kan kontaminere tilstøtende materialer eller utgjøre merarbeid/ekstra hensyn med tanke på HMS ved demontering. Dette selv om mengden stoffer er innenfor tillatte grenseverdier. Noen typer stoffer som er innenfor dagens grenseverdier kan medføre at byggematerialene ikke kan ombrukes ved fremtidig. Det skal heller ikke benyttes materialer som kan påføre fremtidig eier vesentlig ekstra kostnader knyttet til å avhende materialet (ivaretatt av byggeforskrifter).

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0

5.1.5 Tekniske gjennomføringer

Begrunnelse: Unngå spesialvarianter av elementer som kan kreve etterberegning og arbeid for å få til ombruk. Gir forutsigbarhet for en fremtidig eier med tanke på antall ombrukbare komponenter.

Tekniske installasjoner, rørføringer og elektrisk skal separeres fra, og ikke innlemmes i bæreelementer. Gjennomgang av føringer mellom plan skal i all hovedsak foregå i samlende sjakter for å minimere antall gjennomboringer og unødvendig sammenfiltrering. Bygningselementer med utsparing(er) kan ikke defineres som DfD med mindre det er dokumentert at utsparing ikke påvirker ombrukbarhet, dvs. at elementet ikke krever kostnadsdrivende etterarbeid før ny installasjon.

Det skal gjennomføres en kartlegging av alle gjennomføringer i seksjonen. Gjennomført kartlegging:

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0

Reduksjonsfaktor = 1,0: dersom gjennomføring i mindre enn 5% av enkeltkomponentene.

Reduksjonsfaktor = 0,6: dersom gjennomføring i mer enn 5 % eller mindre enn 15% av enkeltkomponentene.

Reduksjonsfaktor = 0: dersom gjennomføring i mer enn 15 % av enkeltkomponentene.

5.1.6 Dokumentasjon av DfD til FDV

Begrunnelse: For at en bygning eller deler av en bygning skal kunne defineres som DfD, må det finnes tilstrekkelig dokumentasjon for å sannsynliggjøre demontering og ombruk. Dokumentasjonen skal sikre kvaliteten på, riktig

håndtering av, og forenkle prosesser med demontering og remontering av DfD-komponenter, og må inngå i FDV-leveransen.

Dokumenter til FDV-dokumentasjonen	Format (eks.)
Overordnet beskrivelse	
Overordnet beskrivelse av hvordan det er tilrettelagt for demontering og ombruk, med henvisninger til relevant dokumentasjon	PDF

Dokumentasjon fra prosjekteringsfasen for DfD-komponenter og -seksjoner	
Angivelse av hva som er DfD-komponenter i bygget (seksjoner for DfD vises i modell)	Digital modell
Analyse av global stabilitet	PDF
Dimensjoneringsrapport, beregninger av lastkapasiteter	PDF
Prosjekterte forutsetninger om eksponeringsforhold i bruksfasen	PDF
Dokumentasjon av betongspesifikasjon, inkludert ytelseserklæringer og EPD'er	PDF
Dokumentasjon av bestandighetsegenskaper for materialer som ikke har preaksepterte løsninger	PDF
Detaljtegninger av DfD knutepunkter, monterings- og demonteringsanvisninger	Digital modell
Dokumentasjon av skjulte løfteanker, og plassering av disse	Digital modell
Beskrivelse av ID-system og merking for konstruksjonskomponenter	Digital modell

Dokumentasjon fra byggefasen for DfD-komponenter og -seksjoner	
Montasjeplan	PDF
Kontroll- og fotodokumentasjon fra montasje, værreport	PDF
Dokumentasjon av hulltaking	Digital modell
Veileder for demontering, inkl. tegning av knutepunkter og hvordan de skal demonteres	PDF
Dokumentasjon av avvik og korrigerende tiltal under montasje	PDF
Garantier og kontaktinformasjon til leverandør	PDF
Dokumentasjon av fravær av helse- og miljøskadelige stoffer	PDF

For drift og vedlikehold skal det utarbeides en instruks som ivaretar	
Tiltak ved uforutsett fuktpåkjenning	PDF
Dokumentasjon på omprosjektering, ombygging og reparasjon etter endringer og skader	PDF
Tiltak ved bruksendringer som påvirker lastsituasjon eller eksponering	PDF

Oppfylt betingelser for dokumentasjon:

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0

5.2 Nivå 2 komponentnivå

Det må ivaretas egnethet for DfD både på systemnivå og på komponentnivå. For enhver komponent som defineres som DfD, skal det kunne dokumenteres at den er egnet for demontering og ombruk.

5.2.1 Forbindelser og innbyrdes uavhengige materialsjikt

Begrunnelse: Hvis det blir for mye arbeid med å fjerne og «renske» elementene vil kostnaden kunne bli for høy til at ombruk er sannsynlig. Det vil også knyttes risiko og usikkerhet til hvor stor andel av elementene som vil være brukbare etter en demontering.

Det skal unngås penetrasjon mellom ombrukskomponentene som ikke lar seg enkelt reversere. Det skal her ikke brukes spikere, forsegling, lim, sveis, støp eller andre materialer med mindre disse enkelt kan fjernes uten å påføre skade på ombrukskomponentene. Toleranser for forbindelsen skal ivareta at ombrukskomponentene både skal kunne monteres og demonteres på en forsvarlig måte dvs. uten at de tar skade. Operasjon ved demontering skal være rasjonell og ergonomisk.

Forbindelser: Færre, forutsigbare og gjentakende prosesser gjør demontering raskere og mindre risikofylt samt forenkler prosessen med å estimere tidsbruk for demontering. Gjenkjennbare løsninger gir trygghet for en eventuell fremtidig eier og øker sannsynligheten for ombruk.

Antall ulike forbindelser skal begrenses. Antall ulike materialer, og hvordan dette er begrenset, skal begrunnes. Størrelser, utforming og forbindelsesprinsipper skal gjentas og standardiseres. Forbindelsene skal kunne demonteres ved bruk av standard verktøy som med stor sannsynlighet vil være tilgjengelig ved byggets endte levetid.

De konstruktive lagene skal utformes som uavhengige systemer, samt at lagene arrangeres i henhold til forventet levetid for komponentene.

Det skal gjøres en vurdering av om forbindelsene har DfD-standard. Hva som regnes som standard må bestemmes i dialog med leverandører.

Dersom DfD-standard:

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0

Bygningskomponentene har *ikke* DfD-standard dersom:

- Sveiste knutepunktsforbindelser, dette gir reduksjonsfaktor 0 for tilstøtende komponenter
- Skrudde (ikke-boltede) forbindelser i massivtrekonstruksjoner
- Understøp av opplegg for søyler, bjelker og dekker
- Ikke-tilgjengelige bolteforbindelser
- Antall typer forbindelser på komponentnivå større enn 1 gir reduksjonsfaktor 0 for komponentsettet

Reduksjonsfaktorer for påstøp på dekker:

- Konstruktivt påstøp på betongdekker: reduksjonsfaktor = 0 for dekkekonstruksjonen
- Flytende påstøp på betong- og tredekker: reduksjonsfaktor = 0,6 for dekkekonstruksjonen
- Avretting på betongdekke: reduksjonsfaktor = 0,6 for dekkekonstruksjonen

For andre materialsjikt knyttet til DfD-komponenter, må det gjøres en kostnadsvurdering for demonterings- og ombruksprosessen for vurdering av reduksjonsfaktor.

5.2.2 Tilkomst

Begrunnelse: Synlige detaljer gir raskere og bedre oversikt. Prosesser med å lete frem festepunkter og renske dem kan være tidkrevende og vanskelig.

Det skal være tilstrekkelig tilkomst til forbindelser og løftepunkter for rasjonell demontering av bygningsdeler. Det skal unngås innkapsling/innbygging/tekking som gjør festemidler og løftepunkter utilgjengelige.

Det skal gjøres en vurdering av tilgjengelighet.

Fullverdig tilgjengelighet:

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0

Eksempel på utilgjengelighet: løfteanker i hulldekker som er skjult av påstøp eller avretting. Dette kan løses ved å settes en kopp med lokk over ankeret før påstøp eller avretting.

5.2.3 Bestandighet

Begrunnelse: Høy kvalitet på materialet sannsynliggjør at elementene beholder sin verdi over tid og dermed er attraktive for ombruk.

Det skal velges materialer som er bestandige og av høy kvalitet, og tilpasset funksjon. Det skal dokumenteres at bærende elementer har en levetid på minimum to livssykluser (2 x 50 år) i det opptredende eksponeringsforholdet. Materialene skal kunne motstå «normale forhold» for montering og demontering uten å ta skade.

Forventet levetid minst 100 år for bærende elementer:

- Ja/Nei, deklarerer som 1 eller 0

Slitedeler, som f.eks. værhud på fasader eller vinduer, må kunne skiftes ut uten at den gir redusert DfD-status for resten av fasadekonstruksjonen.

5.3 Dokumentasjon av DfD-faktor og reduksjonsfaktorer

For alle DfD-faktorer samt reduksjonsfaktorer beskrevet i kapitlene over, skal det redegjøres for hvordan faktorene er vurdert, og i tråd med teksten i kapitlene.

6 Eksempel på beregning av DfD-indeks

En byggherre har satt som krav for sitt nye kontorprosjekt at bæresystem og fasader i den nye bygningsmassen skal ha en sammensatt DfD-indeks på minst 0,5. Vi har utviklet et mulig konsept, og ønsker å gjøre et overslag på om denne løsningen kan tilfredsstille kravet.

Vi gjør vurderingen for en av i alt 4 nye kontorfløyer som er bundet sammen med et eksisterende fellesareal. Løsningen består av

- Rektangulær kontorblokk i 5 etasjer
- Plasstøpt parkeringskjeller med massiv bunnplate
- Plasstøpte betongsøyler på fundamenter under bunnplate i kjeller
- Plasstøpt dekke over kjeller
- Plasstøpte trappe- og heissjakter som også utgjør avstivningen av bygget
- Bæresystem av hulldekker på stålsøyler og bjelker med skrudde forbindelser
- Grid med 2 forskjellige akseavstander, enhetlig etasjehøyde
- Sementbasert avretting på hulldekkene
- Takkonstruksjon av hulldekker
- Fasader i bindingsverk med fibersementplater som værhud

Kalkulasjonen av DfD-indeksen er vist i Tabell 1.

På overordnet systemnivå

Vi har gjort vurderinger og tiltak for å sikre en viss grad av DfD for seksjonen, og kan derfor ta utgangspunkt i at DfD-faktoren er 1 på seksjonsnivå, basert på at DfD-faktor er 1 for alle kriteriene. Dette er beskrevet under.

Standard grid: vi har etablert et enhetlig, rektangulært grid med bare to forskjellige akseavstander, og en fast etasjehøyde. DfD-faktor er lik 1, og reduksjonsfaktoren er satt til 0,9.

Enkelt og helhetlig bæresystem: bæresystemet over kjeller er uniformt og helhetlig, og får en DfD-faktor lik 1. Det gis ingen reduksjonsfaktor for dette kriteriet.

Stabilitet ved demontering: Det er utviklet en demonteringsplan som viser at et det er gjennomførbart å demontere fasader og bæresystem uten spesielle tiltak for å

sikre tilstrekkelig stabilitet. DfD-faktor er lik 1, og det gis ingen reduksjonsfaktor for dette kriteriet.

Materialer: det er brukt materialer, materialkombinasjoner og materialkvaliteter som sikrer ombrukbarhet enten på komponent eller materialnivå. Antallet varianter er begrenset til et minimum. Det er ikke benyttet materialer som gir utfordringer med HMS eller ytre miljø ved avhending. DfD-faktor er lik 1, og det gis ingen reduksjonsfaktor for dette kriteriet.

Tekniske gjennomføringer: det er laget utsparinger eller boret gjennomføringer for tekniske installasjoner i mer enn 5% av betongelementene. DfD-faktor er lik 1, og reduksjonsfaktoren settes til 0,6.

Dokumentasjon: det er utviklet en fullverdig dokumentasjon på demonterbarhet og ombrukbarhet på alle aktuelle komponenter i bæresystemet. Dokumentasjonen er integrert i FDV-manualene. DfD-faktor er lik 1, og det gis ingen reduksjonsfaktor for dette kriteriet.

På komponentnivå

På komponentnivå er parkeringskjeller, fundamenter, heis- og trappesjakter utført i plasstøpt betong, og derfor uaktuelle for DfD-vurdering. DfD-faktoren settes derfor lik 0 for disse komponentene. Fasadene er heller ikke aktuelle for demontering og ombruk, og får DfD-faktor 0.

Stålsøyler og bjelker er forberedt for demontering og ombruk, og får DfD-faktor 1,0. Det skal brukes demonterbare bolteforbindelser, det er uavhengige materialsjikt, og god tilgjengelighet på koblinger og forbindelser. Det er gjort tiltak for å gi korrosjonsbeskyttelse og sikre levetid utover 100 år. For kriteriet Forbindelser og innbyrdes uavhengighet, hvor det kan benyttes reduksjonsfaktor, er denne satt til 1,0.

Dekkesystemet er forberedt for demontering og ombruk, og får DfD-faktor lik 1. Koblinger og forbindelser skal utføres slik at de enkelt kan demonteres og monteres. Tilgjengelighet på koblingsløsninger og løfteankere er god, og det vil bli gjort tiltak for å sikre bestandigheten, dvs. minimum 100 års levetid. Hulldekkene skal avrettes med flytsparkel. Dette må betraktes som ikke uavhengige materialsjikt, og reduksjonsfaktoren må derfor settes lik 0,6 for kriteriet Forbindelser og innbyrdes uavhengighet.

Vektet DfD-faktor beregnes nå ved at DfD-faktoren på komponentnivå multipliseres med alle reduksjonsfaktorene for hver enkelt komponent, og vektes med kostnadsandelen for komponenten i det samlede bæresystemet, inkludert fasader. Det vektete DfD-bidraget fra hver enkelt komponentgruppe summeres opp til en vektet DfD-faktor på komponentnivå. I vårt eksempel får vi en vektet DfD-faktor på 0,33 på komponentnivå.

Total DfD-indeks beregnes ved å multiplisere den vektete DfD-faktoren på komponentnivå med alle reduksjonsfaktorene på systemnivå. I eksemplet ender vi opp med en total DfD-indeks på 0,18 for seksjonen, slik det er vist i Tabell 1.

Dette er mindre enn ambisjonsnivået for DfD-indeksen på 0,50, og vi må derfor gjøre tiltak for å øke graden av demonterbarhet og ombrukbarhet.

Tabell 1: Eksempel på beregning av total DfD-indeks

Eksempel på beregning av DfD-indeks

- Rektangulær fløy av sammensatt kontorbygg i 5 etasjer
- Plasstøpt parkeringskjeller,
- Plasstøpte betongsøyler på fundamenter under bunnplate i kjeller.
- Plasstøpt dekke over kjeller
- Plasstøpte trappe- og heissjakter som også utgjør avstivningen av bygget
- Bæresystem av huldekker på stålsøyler og bjelker
- Grid med 2 forskjellige akseavstander, enhetlig etasjehøyde
- Sementbasert avretting på huldekkene
- Takkonstruksjon av huldekker
- Fasader i bindingsverk med fibersementplater som værhud

Seksjon	Kontorfløy X
DfD-faktor for seksjonen	1

Systemnivå		
System	DfD-faktor	Reduksjonsfaktor
Standard grid	1	1
Helhetlig bæresystem	1	0,9
Stabilitet ved demontering	1	1
Materialer	1	1
Tekniske gjennomføringer	1	0,6
Dokumentasjon	1	1

Komponentnivå						
Komponent	DfD-faktor	Reduksjonsfaktor			Andel kost(%)	Vektet DfD-bidrag
		Forbindelser og uavhengige materialsjikt	Tilkomst	Bestandighet		
Parkeringskjeller (samlet)	0	0	0	0	20	0
Heis og trappesjakter	0	0	0	0	10	0
Stålsøyler og bjelker	1	1	1	1	15	0,15
Huldekker, inkl avretting	1	0,6	1	1	30	0,18
Fasader	0	0	0	0	25	0
Samlet kost					100	
Vektet DfD-faktor						0,33

DfD-bidrag i klimagass-regnskap
0,00
0,00
0,54
0,32
0,00

Total DfD-indeks	0.18
------------------	------

Aktuelle tiltak for å øke DfD-indeksen til ønsket nivå kan i dette tilfellet være:

- Begrense omfanget av tekniske gjennomføringer ved å samle føringene i sjakter. Dette øker reduksjonsfaktoren fra 0,6 til 1,0 på systemnivå for kriteriet Tekniske gjennomføringer.
- Skifte ut den valgte fasadeløsningen til en demonter- og remonterbar systemløsning med utskiftbar værhud. Dette gir en DfD-faktor for denne komponentgruppen på 1 for alle kriteriene, og reduksjonsfaktor 1,0 for kriteriet Forbindelser og innbyrdes uavhengighet som er det eneste kriteriet på komponentnivå hvor det kan gis reduksjonsfaktor.

Tabell 2 viser hvordan disse tiltakene slår ut. Det vektete DfD-bidraget på komponentnivå blir nå 0,58, og den totale DfD-indeksen 0,52, dvs. i tråd med ambisjonsnivået for prosjektet i eksempelet.

Tabell 2. Eksempel på tiltak for å øke total DfD-indeks

Eksempel på beregning av DfD-indeks

- Rektangulær fløy av sammensatt kontorbygg i 5 etasjer
- Plasstøpt parkeringskjeller,
- Plasstøpte betongsøyler på fundamenter under bunnplate i kjeller.
- Plasstøpt dekke over kjeller
- Plasstøpte trappe- og heissjakter som også utgjør avstivningen av bygget
- Bæresystem av hulldekker på stålsøyler og bjelker
- Grid med 2 forskjellige akseavstander, enhetlig etasjehøyde
- Tekniske foringer i sjakter, minimalisert hulltaking
- Sementbasert avretting på hulldekkene
- Takkonstruksjon av hulldekker
- Demonterbare systemfasader med utskiftbar værhud

Seksjon	Kontorfløy X
DfD-faktor for seksjonen	1

Systemnivå		
Kriterium	DfD-faktor	Reduksjonsfaktor
Standard grid	1	1
Helhetlig bæresystem	1	0,9
Stabilitet ved demontering	1	1
Materialer	1	1
Tekniske gjennomføringer	1	1
Dokumentasjon	1	1

Komponentnivå						
Komponent	DfD-faktor	Reduksjonsfaktor			Andel kost(%)	Vektet DfD-bidrag
		Forbindelser og uavhengige materialsjikt	Tilkomst	Bestandighet		
Parkeringskjeller (samlet)	0	0	0	0	20	0
Heis og trappesjakter	0	0	0	0	10	0
Stålsøyler og bjelker	1	1	1	1	15	0,15
Hulldekker, inkl avretting	1	0,6	1	1	30	0,18
Fasader	1	1	1	1	25	0,25
Samlet kost					100	
Vektet DfD-faktor						0,58

Total DfD-indeks	0,58
------------------	------

DfD-bidrag i klimagass-regnskap	0
	0
	1
	0,6
	1

Dersom beregningen skal brukes som grunnlag for å gi karbonreduksjon i prosjektet, må DfD-indeksen regnes på komponentnivå, uten vekting slik det blir gjort for den totale DfD-indeksen.

For hver komponentgruppe må da DfD-faktoren først multipliseres med alle reduksjonsfaktorene på komponentnivå, deretter med reduksjonsfaktorene på systemnivå. Beregnet DfD-indeks for hver komponentgruppe er vist i kolonnen helt til høyre i Tabell 1 og Tabell 2.

7 Vedlegg 1: Oppsummering fra workshop om demonterbarhet og ombrukbarhet 5. april 2022

Oppgavene for diskusjon i workshopen som ble arrangert i tilknytning til partnersamling i SirkBygg 5. april 2022, samt oppsummering fra gruppene, er gjengitt under.

7.1 Gruppe 1: demontering- og remonteringsfasen

Prinsippene ved DfD, om å redusere kompleksitetene av innfestinger og festemidler i knutepunkter, samt å gå vekk fra støpte eller sveiste forbindelser, og heller til demonterbare forbindelser, har ligget til grunn for gruppens arbeid. Samtidig har målet vært å tilstrebe enkle løsninger, med eksisterende teknologi som er kompatibelt med disse. Mye av dette arbeidet har vært betraktninger rundt elementbygg av stål og betong, med hulldekker som utgangspunkt. Men det har også vært en felles forståelse i gruppen om at alle spørsmål og ideer skal løftes frem, uavhengig av materialvalg og type råbyggstruktur.

Spenncon og Contiga bidro i **innledende** foredrag under workshopen, med gode konkrete forslag til alternative løsninger for elementbygg tilpasset DfD. Dette har synliggjort premisset om at et DfD-utformet bygg også vil, og må, påvirke andre fag, utenfor det konstruktive; akustikk, brannteknikk, bygningsfysikk, tekniske installasjoner etc. Dette vil være viktige betraktninger å ta med seg videre. Næringsbygget «Parallell» på Helsefyr i Oslo ble presentert i workshopen som et eksempel på løsninger basert på tradisjonell byggeskikk, og hvordan dette i stor grad hindrer muligheten for demonterbarhet og ombruk. Her ser vi tydelig at forutsetningene for å realisere et DfD-bygg blant annet beror på nødvendigheten av å vurdere utforming av tomt og utvendig areal. Videre vil et eventuelt potensial for ombruk av bærekonstruksjonen påvirke utformingen av klimaskallet, og alle innvendige arbeider.

Spørsmål som skulle diskuteres:

- Hvilke typiske løsningsvalg fra Parallell vil gi utfordringer ved demontering og ombruk av enkeltkomponenter
- Hvor kan det være størst potensiale for å skifte ut ikke-demonterbare løsninger med demonterbare? Vurder vanskelighetsgrad opp mot effektbidrag.
- Vil bruk av demonterbare løsninger gi utfordringer mht. bygningsfysikk, lydsmitte og brannsikkerhet?
- I hvor stor grad er plassering av tekniske løsninger til hinder for ombruk? Kan dette løses på en bedre måte enn på Parallell?

- Hvordan kan vi sikre at demonterbare detaljer er tilstrekkelig sikre i en fremtidig demonterings- og remonteringsfase? Er det nødvendig å øke kvaliteten på dagens komponenter for å sikre tilstrekkelig levetid ved gjentatt ombruk?

Oppsummering fra diskusjonene er gitt under.

Dekkeløsninger

Bygningsdel	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Elementbygg, overordnet statikk	Se på andre måter og avstive etasjeskillere av HD, enn ved tradisjonell fugestøp. Muliggjør lettere utløfting av HD. Større bruk av boltede knutepunkt	Bruk av torsjonsstive bjelker, unngår torsjonslås	Hattebjelker har vanligvis tilstrekkelig torsjonsstivhet, men søylene må da ha noe mer momentkapasitet. Gir en fordel under montasje, da det ikke krever stimpling i u.k bjelke
		Skivearmering med flattstål (pigger ned i side- og endefuger)	Vedr. brannsikkerhet er vanligvis temperatur lavere på overside dekke, enn på underside. Manglende fugestøp kan forringe akustikk- og brannintegriteten til bygget.
HD utforming	Forenkle demontering av HD	Endre tverrprofil av HD med fugestøp kun i topp	Manglende fugestøp kan forringe akustikk- og brannintegriteten til bygget
		Løfte med vakuum. Unngår da bruk av innstøpte ankere	Løft med vakuum ved demontering frigjør bruken av innstøpte løfteankre. Dette er standard løftemetode på tunnelelementer.
		Klikkløsning for hulldekker, basert på prinsippet om not og fjær ved gulvlegging.	I forlengelse av en annen geometrisk utforming vil dette gjøre fugestøpen mindre kritisk. Utforming av kanaler som fortanning, for å sikre skjærkapasitet er også diskutert.
		Dubber som er montert med mutter. Unngå sveiseforbindelser på bjelker/søyler	
		Lavere fuger mellom HD (f.eks. 10cm) vill kunne gjøre demontering enklere	
Gulvoppbygging	Frigjøre hulldekker fra annen overliggende gulvoppbygging uten omfattende rivning.	Utføre gulvoppbygging som oppbygde, eksempelvis «Granab-system» 10-15cm. Rom for kabel og rør. Slipper avretting/flyt/skum. Kan bidra til redusert materialbruk	Helst i kombinasjon med store fellessjakter i kjerneområdene. Dette vil gi urørte hulldekker ved demontering.
		Unngå blandede materialer. Reduksjon i antall ulike materialtyper vil forenkle demontering, og gi gunstig håndtering av avfallsfraksjoner	Bruk av vannbåren varme (LowEx) eller varmekabler i gulvoppbygging er typiske eksempler som kan vanskeliggjøre enkel demontering.
Sjakter	Hindre forringelse av integriteten til HD pga. hulltakinger for tekniske føringer.	Prosjektore for konserterte sjakter som samler tekniske føringer, slik at hullboringer i HD reduseres til et minimum	

Fremtidig demontering

Bygningsdel	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Konstruktive bygningsmasse	Tilrettelegge for at utførende ved fremtidig demontering blir gitt gode nok forutsetninger ved rivning.	Utvikle demonteringsplan for utførende	Demonteringsdetaljer må tas høyde for allerede i prosjekteringsfasen av et DfD bygg. Manualer for demontering på samme vis som montasjetegninger. Innlemme demonteringsplaner i BIM
		Utvikle rekkefølgeplan på demontering mhp. HMS og stabilitet i bygg.	

Standardisering og modulisering

Bygningsdel	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Generelt	Tilrettelegge for at muligheter og erfaringer fra pilotprosjekter kan standardiseres og gjøres relevant for alle DfD bygg	Bruk av standardkomponenter (ikke spesial-bolter)	
		Lesbarhet i konstruksjonen vil øke forståelsen for senere ombruk. Her kan enkle statiske modeller være en mulighet for å sikre lettere forståelse av lastsituasjon for aktørene involvert i riving- og demonteringsfasen.	Tilstrekkelig arkivering og dokumentasjon av bygget, vil i større grad tilrettelegge for å gjennomføre demontering og ombruk av bygningselementer.
		Prosjektore DfD ut ifra modulbaserte bygg, samt at en tidlig i prosjektering avgrenser hva som skal/kan gjenbrukes, slik at dette standardiseres i størst mulig grad. Fokus på like elementer.	Ulik geometri i bygg vil gi utfordringer med å tilrettelegge for demontering. Dette gjør svært mange bygg i dag lite egnet som DfD bygg. Bruk av standardiserte ombrukbare elementer i nytt bygg vil likevel kunne gi utfordringer til en ny situasjon/bygg/kontekst.
	Ha gode takhøyder i hvert plan for å sikre fleksibel bruk	Kan gjøre som i Finland med standard brutto høyde på 3,0m. Det gir mulighet for å standardisere alle vertikale føringer, og gi stor frihet i utføring av overgulvet for tekniske føringer. Dette vil måtte utfordre gesimshøyden i bygget.	Dette krever at sjaktløsninger landes tidlig i prosjektering slik at vertikale føringer kan samles her og ikke gjennom dekkelementer, som nevnt under «dekkelsninger».

Ombrukbarhet

Bygningsdel	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Stål, betong og massivtre	Sikre elementers ombrukbarhet.	Etablere verifikasjonstesting av alle ombrukte elementer, før remontering	I den nye utgitte standarden NS 3682 er verifikasjonstesting allerede hensyntatt.
		Bygge inn overkapasitet og økt potensiell levetid i elementer for å tåle ombygging/gjenbruk	
		Bruk av syrefast stål, for å sikre lengre levetid og ombrukbarhet. Aktuelt for både konstruksjonsstål og festemidler	Lite kostnadsvennlig med syrefast stål. Bruk av festemidler i trekonstruksjoner utløser spørsmålet om levetid og om disse kan tas ut? Krav til kvalitet på festemidler?
Trekonstruksjoner	Fokuset har dreid seg mye om stål og elementbygg, men potensiale for gjenbruk av limtrekonstruksjoner er stort, og et viktig alternativ som råbygg i et DfD perspektiv	Krever at knutepunkter også for trekonstruksjoner standardiseres.	Anvendeligheten for slike konstruksjoner er også relevant da trekonstruksjoner tillater tilpassing i lengderetning mhp ønsket spennvidde ved remontering i nytt bygg. Dette er gjeldende for både massivtredekker og limtrebjelker.
Rehabprosjekter	Rehab-prosjekter har et godt utgangspunkt, hva gjelder reduserte klimagasstall, da gjenbruk av eksisterende bygningsmasse innebærer stort potensiale for klimagassreduksjon.		Rehab-prosjekter er forbundet med større risiko enn nybygg med tanke på kostnadsusikkerhet.

Fasadeløsninger

Bygningsdel	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Fasader	Finne de bygningskonstruksjonene der «volumet» tilgjengelige for ombruk i bygg, er størst. Største volumet ligger i dekker, men også fasader innehar et stort potensial. Med andre ord er det naturlig at fokuset på DfD også hensyntar fasadeløsninger	Tilpasning av byggets geometri er avgjørende for riktig og DfD-vennlig fasadeløsninger.	
		Fasadelementer med standard grid. I England er det eksempler på bygg der bredden på fasadelementer er nedskalert for å kunne tilrettelegge for montering fra etasjen over.	Fasader kan være vanskeligere å standardisere da de gjerne er bundet av arkitektoniske hensyn.
		Design bygg med bæring i fasade Åpner for nye muligheter med hensyn på demonterbarhet av dekke/bjelke- og vegg/søyle utforming, da disse vil ha en annen lastsituasjon.	Krever at kuldeproblematikk i klimavegg blir hensyntatt

Dokumentasjon

Hva	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Generelt	For å sikre sporbarhet og øke forutsetningene for ombruk er dokumentasjon avgjørende for suksessen til DfD-bygg. Både erfaringsdokumentasjon og dokumentasjon av bygningselementer som grunnlag for verifikasjon og ombrukbarhet	Tidlig fokus på god og riktig modellering. Digital tvilling kan være et godt verktøy for DfD.	BIM modellering kan være en viktig bidragsyter for sporbarheten til bygget og en viktig informasjonsplattform for senere ombruk. Eksempelvis StreamBIM som er en av mange 3D-modeller med mulighet for lagring av informasjon i alle bygningselementer og materialtyper.
		Sørge for vedlikehold og ettersyn av prosjekterte bygningselementer, planlagt for ombruk. Viktig for fremtidig kapasitetsutnyttelse.	
		For betongelementer kan innstøpt chip med tekniske data bidra til at senere aktører som skal foreta riving og demontering, kan hente ut nødvendig informasjon direkte fra det aktuelle elementet.	
		Dokumentasjon fra et førstegangs DfD bygg, og endringer i byggets levetid må inn i FDV-dokumentasjonen.	På samme måte som modelleringsprogrammer, må utarbeidelsen av FDV-dokumentasjonen innlemme alle nødvendige detaljer for senere riving, demontering og ombruk. Ref «Digital Tvilling».
		Fremtidig verifikasjonsprøving og dokumentasjon må gjøres tilgjengelig på tvers av de ulike aktørene i bransjen. Gjenbrukselementer må sannsynligvis håndteres av andre aktører enn de som sto for oppføringen. De nye aktørene må ha tilgang på all relevant informasjon om elementet.	Utfordringer når flere aktører er involvert ved hver ny fase av demontering og remontering er spørsmål knyttet til ansvar. Eksempelvis kan elementer produsert av Spenncon, i neste ledd bli gjenbrukt i et bygg produsert, og montert av Contiga. Hvem vil da stå inne for, og ta på seg ansvar for den strukturelle integriteten til bygget?

Klimagassregnskap

Hva	Situasjon	Konsekvens	Kommentar
LCA	Usikkerhet rundt kostnader og klimagassavtrykk ved sirkulære bygg. DfD er ikke inkludert i dagens LCA regelverk.	Risiko for økte kostnader, og større utslippsverdier i byggefasen enn typiske referansebygg. Byggenæringens sterke fokus på klimagassreduksjon i alle faser av byggprosjekter, kan komme i konflikt med de tilpasningene og tiltakene som sirkulære bygg krever	Hvordan kan det for eksempel gis fradrag i klimagassregnskapet ved bruk av DfD?

Arkitektur

Hva	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Byggeskikk	Sikre at målet om DfD bygg ikke går på akkord med arkitektoniske hensyn, hva gjelder god byggeskikk og estetikk	Estetiske hensyn skal ivaretas og være en del av planleggingen ved DfD bygg. Dette kan gjøres blant annet ved å sørge for at Sirkulære bygg tillater å endre sin funksjon og være tilpasningsdyktig til fremtidige arkitektoniske byggeskikker.	En forutsetning for suksessen til sirkulære bygg er at dette også blir godt forankret og akseptert i befolkningen, på tvers av by og land. Et eksempel på arkitektonisk frihet er at den ytre kledningen på et DfD fasadeelement, kan gjøres utskiftbar.
Byggesak	Tilstrebe at sirkulær tankegang i byggebransjen også hensyntas i reguleringsfasen	Sørge for at reguleringsaker i plan og bygg åpner for større fleksibilitet, slik at utbygger tillates mindre eller større avvik i forhold til plan, uten det at det må søkes om endringer.	Reguleringsplaner er i dag svært rigide, noe som gir mindre fleksibilitet i utformingen av bygg. Dette kan hindre realiserbarheten for særlig DfD bygg, som er avhengig av nettopp dette. Eksempelvis kan kotebegrensninger på gesimshøyder heller erstattes med maks krav til antall etasjer, slik at frihet i takhøyder realiseres.

Innspillene i idemyldringen er tydelig påvirket av de gode innledende presentasjonene. Presentasjonen om pilotprosjektet Parallell fra Skanska Næringseiendom (CDN), og om pågående arbeid med DfD-løsninger hos Spenncon og Contiga, la et viktig grunnlag for diskusjonene. Den sterke påvirkningen på konstruktiv utforming og løsningsvalg fra regulerings- og planprosessen for Parallell ble kommentert i flere innspill. Det arbeidet som allerede er igangsatt hos Spenncon og Contiga viser at det med relativt enkle grep er mulig å utvikle gode demonter- og remonterbare løsninger for betongelementer, men også at det gjenstår mye arbeid for å utvikle gjennomgående løsninger der også global stabilitet i konstruksjonen, bygningsfysikk og brannsikkerhet er ivaretatt.

Oppleggsdetaljer og fugeløsninger for hulldekkekonstruksjoner fikk mye oppmerksomhet. Dekkene utgjør en dominerende del av materialvolumet i bærekonstruksjonene. Samtidig har hulldekker et stort potensial for ombruk, fordi disse elementene har standardiserte dimensjoner, tillater lange spenn, og enkelt kan tilpasses ved bearbeiding etter demontering. DfD-tilpassede løsninger for avretting og gulvoppbygging over selve dekkekonstruksjonen fikk også mye oppmerksomhet. Demonstrer- og remonterbare dekke- og gulvløsninger vil bli et sentralt tema i arbeidspakke H2 i SirkBygg.

Behovet for økt standardisering, modulisering og variantbegrensning ved DfD-prosjektering og bygging ble tatt opp av flere av deltagerne. I et framtidig ombruksmarked vil dette være en forutsetning for effektiv omsetning av bygningskomponenter.

Begrepet ombrukbarhet ble diskutert, både med hensyn til kostnader og tekniske utfordringer ved demontering, teknisk kvalitet og restlevetid. Utvidet total levetid

kan tenkes å gi behov for økt teknisk kvalitet ved produksjon, og dermed høyere kostnader og større klimagasspådrag.

Fasader ble framhevet av flere som et annet aktuelt område for utvikling av DfD-løsninger. Også her ble standardisering og modulisering framhevet som en viktig forutsetning. En viss grad av arkitektonisk frihet ligger i muligheten til å skifte ut ytre værhud i fasadeelementene.

Effektiv framtidig ombruk er avhengig av at all relevant informasjon om ombrukskomponentene er tilgjengelige, og at det finnes et regelverk som regulerer dokumentasjonsomfanget. Et slikt regelverk er allerede etablert for hulldekker i form av en norsk standard. Digitale tvillinger med mulighet til å integrere prosjekteringsunderlag og driftsinformasjon vil kunne være nyttige verktøy ved omsetning av ombrukskomponenter.

Redusert klimagassavtrykk og ressursbruk i framtidige prosjekter er en viktig motivasjonsfaktor for utvikling av DfD-løsninger og prosjekter. Det er uklart om det vil være mulig å utvikle LCA-regelverk som tillater at noe av denne fordelene godskrives DfD-prosjektet.

DfD kan komme i konflikt med arkitektoniske hensyn. Utvikling av demonter- og remonterbare løsninger må sikre tilstrekkelig fleksibilitet ved utforming av geometri og uttrykk. Dette kan løses ved å tillate at utvalgte deler av bygg tillates utformet tradisjonelt, dvs. uten krav om ombrukbarhet.

7.2 Gruppe 2: Sporing og dokumentasjon

Målsettingen med gruppe 2 var å få et første idetilfang på hva som må dokumenteres for å muliggjøre demontering og ombruk. En ønsket sideeffekt av diskusjonen var å få input til hva som må undersøkes relatert til sporing og dokumentasjon i det videre arbeidet i prosjektet.

Utgangspunktet for gruppe 2 var å diskutere følgende problemstilling: Hvordan sikre at ombrukskomponentene har nødvendig dokumentasjon slik at demontering og ombruk kan realiseres ut fra de krav som kan tenkes å gjelde på det aktuelle tidspunktet (f.eks. om 60 år)?

Mer konkret kan problemstillingen deles opp i følgende spørsmål:

- Hva må dokumenteres fra de ulike livssyklusfasene prosjektering, produksjon/transport, bygging, drift/vedlikehold og demontering?
- Hvilke typer av data må dokumenteres? Produktdata, geometriske data, as-built dokumentasjon, monteringsrekkefølge og annet?
- Setter ombruk spesielle krav til dokumentering av endringer og påkjenninger i løpet av driftsfasen til bygget?
- Hvilke krav settes til kvaliteten på informasjonen?

Resultater fra diskusjonene er oppsummert under.

Livssyklusfasen	Hva kan være aktuelt å dokumentere fra denne fasen for å muliggjøre ombruk?	Hvilke krav til dokumentasjon gjelder allerede i dag?	Hvilke informasjonsbehov vil en trolig ha i denne fasen dersom ombruk skal muliggjøres?
Prosjektering	- Beskrivelse av montasje, inkl. rekkefølge og innfesting - Beskrivelse av hvordan demontere sikkert, inkl. rekkefølge og hvordan løse bygningskomponenten.	- Produksjonsstegning (geometridata, materialer og forutsetninger) - Produktdata, deriblant materialelegenskaper og GWP - Montasjebeskrivelser (plassering i bygg, stagning og forutsetninger) - Detaljer for utforming av knutepunkt	Spesifikasjoner fra fabrikk
Produksjon inkl. transport	- Alle delkomponenter/materialer i bygningskomponenten. Veiledning for eventuell videre dekomponering. - Fleksibilitet/justeringsmuligheter ved ombruk - Produktdata inkl. produksjonssted av materialer, GWP, resirkuleringsinnhold, miljøfarlig innhold, produksjonsår og levetid. - Geometrisk representasjon (modell av produktet) - Varig identifikasjon - ID for prosjektspesifikke produkter	Produksjons- / produsentinformasjon (f.eks. for hulldekker)	- Krav til identifikasjonssystem og merking av elementer - Standarder som stiller krav til ombruk/ombrukbarhet - Digital materialbørs / materialhub (på ombrukstidspunktet)
Bygging	- Sjekkliste for korrekt utførelse av montering iht. beskrivelse - Billedokumentasjon av utførelse og montering - Eventuell tilleggsinformasjon/avvik fra monteringsbeskrivelse	Eventuelle avvik i forhold til prosjekterte forutsetninger	- Prosjektet monteringsrekkefølger - Montasjeanvisninger for reversibel innfesting
Drift inkl. evt. renovering	- Servicehistorikk (teknisk utstyr) - Påvirkning fra dynamiske laster - Endringer, ombygginger og hulltakinger som påvirker bygningskomponenten		

Demontering	• Mengder som er demontert og kan ombrukes • Sporing av objektene		• Modifikasjon er/endringer gjennom livsløpet • Beskrivelse av demontering • Geometrisk representasjon (modell av produkt) • Varesikrings beskrivelse • Beskrivelse av hvordan merke og spore objektene
Tilstandsvurdering / testing før ombruk	• Samsvar med gjeldende krav i samme funksjon • Endring i kjemisk sammensetning • Måle ytelse • Ytre påvirkning og korrosjon		• Klimafotavtrykk for bygningskomponent eller delkomponent og materialnivå • Resirkuleringsinnhold • Produksjonstegninger (geometri, materialer, forutsetninger)

Workshopen ga mange gode innspill til hvilke typer data/informasjon som det kan være aktuelt å dokumentere for å muliggjøre ombruk, og tilsvarende hva en trolig trenger av informasjon i de ulike livsløpsløpsfasene. Det kom relativt få kommentarer gjeldende hvilke aktuelle krav som allerede er gjeldende i dag. For dette må det gjøres en bedre kartleggingsjobb for de aktuelle bygningskomponentene i prosjektet.

I det videre arbeidet med dokumentasjon og sporing må det også jobbes med de informasjonstekniske løsningene. Forhold som bør belyses er blant annet:

- Hvordan skal en teknisk ivareta dokumentasjonen? Hva skjer om en produsent, byggherre, systemleverandør eller andre opphører før tidspunktet for ombruk?
- Hvilke krav skal gjelde til kvaliteten på dokumentasjonen? Er det noe som må verifiseres av tredjepart?
- Hvordan skal vi unngå «information overload»?
- Hvem er best i stand til å sette kravene til dokumentasjon for ombruk av ulike produkter?
- Hvordan skal en sikre at nødvendig informasjon om bruk lagres? Hvem er det sitt ansvar og på hvilket format? Hva skjer når bygget eller bygningskomponenten skifter eier?

7.3 Gruppe 3: Planløsninger og arkitektur

Utgangspunktet for gruppen har vært å diskutere følgende problemstilling:

«Hvordan vil DfD påvirke planløsninger og arkitektur?»

For å møte en slik problemstilling, og å selv styre konsekvensen av DfD bygg i ønsket retning, har gruppen videre stilt seg følgende spørsmål: «Hva kreves av bygningsdesignen for at ombrukskomponentene faktisk har relevans med hensyn til ombruk i fremtiden?»

Dette har utløst noen tanker og stikkord som gjenspeiler tematikken og diskusjonsbidragene i gruppeoppgaven:

- Fleksibilitet/generalitet/elastisitet – DfD bør ikke være et hinder for lang levetid for bygg.
- God arkitektur med mer standard dimensjoner – modultenkning.
- Unngå ødeleggelse som for eksempel hulltaking i både bygge- og driftsfasen.
- Tilgjengelighet for demontering.
- Nye løsninger for festedetaljer
- Nye standarder - regelverk nasjonalt og internasjonalt
- Bevissthet rundt gjenbruk i prosjektering fra alle involverte parter.
- Unngå påstøp, innstøpninger, ikke-avtakbare kjemiske bindemidler, lim eller sveising.
- Fokus på boltede, skrudde eller spikrede forbindelser.

Temaer som diskuteres vil naturlig nok innebære krysninger med tematikken i andre grupper. Dette gir noen likheter i temaer og forslag til løsninger, men samtidig gir det også andre vinklinger på de samme utfordringene. Her har det også i større grad vært diskutert mulighetene som ligger i MFD (Modular Function Deployment) som innebærer å standardisere, og modulisere bygg, i en slik grad at utskiftning av enkeltkomponenter forlenger levetid og funksjonalitet, så vel som modulendringer gir tilgjengelig areal for et annet bruksområde. Med andre ord, ved å designe fremtidens DfD bygg med fokus på fleksibilitet, og med mulighet for endret funksjonalitet underveis i et livsløpsperspektiv, kan man optimalisere konseptet ytterligere. Dette kan forlenge byggets levetid, før en hel eller delvis demontering og ombruk finner sted. Gruppen har derfor i større grad ikke bare vurdert bærende konstruksjon, men også andre bygningselementer som kan skiftes ut underveis i livsløpet, før demontering av bæresystem gjennomføres. Stikkordet her er «økt levetid» før demontering og ombruk.

Oppsummering fra diskusjonene er oppsummert under.

Fleksibilitet, generalitet og elastisitet

Hva	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Etasjeutforming	Øke fleksibiliteten i et bygg	Endre etasjehøyder	Fleksibiliteten til et element øker dersom man klarer å sette «standard fri høyde» under bærende komponenter. Dette gir også økt fleksibilitet mhp funksjon. Frie og høye etasjer åpner for at bygg i større grad kan konverteres fra bolig til næringsarealer og omvendt. En

			slik fleksibilitet vil kunne forlenge brukstida, og t.o.m redusere eller utsette behovet for demontering og ombruk.
Sjaktløsninger	Ved å minimere hulltaking av etasjeskillere opprettholder en integriteten og ombrukbarheten i større grad.	Plassere tekniske føringer i sjakter. Økt tilgjengelighet til sjakter mtp utskiftninger og adkomst.	Et diskusjonsbidrag som også er tatt opp i gruppe 2.
Baderomskabiner	Dfd er også aktuelt for moduler som baderomskabiner. Målet må være at de designes og plasseres slik at dette er realiserbart	Tilrettelegge for utlossing gjennom etablerte sjakter/montrasjeåpninger. Plassering av kabiner mot fasadeliv kan også gjøres, for å sikre tilgjengelighet for utskiftning.	Fornuftig plassering av baderomskabiner og andre modulløsninger muliggjør demontering/utskiftning uavhengig av når bærende vegg og dekker planlegges demontert. Plassering mot fasadeliv vil til gjengjeld kunne gå på akkord med vindusplassering og dagslys krav.
Utskiftning av komponenter	Dfd vil kunne omfatte et helt bygg, deler av et bygg eller, avgrenset til en konstruksjonsdel. I en slik setting er det derfor interessant å se på utforming av mindre komponenter i et Dfd perspektiv.	Utskiftbare slidedeler, komponentskifte i større moduler. Eksempelvis: Deler av et bæresystem Utskiftbare ytre skall på fasadelementer. Vindusrammer med justerbare karmen med mulighet for utskiftning av vindusglass, ett eller flere. Utskiftbare solceller/paneler i fasade/tak	Det kan være hensiktsmessig at utformingen av Dfd bygg definerer %-andel av bygget som skal være gjenbrukbart. Dette kan eksempelvis være forankret i et konkurransegrunnlag fra byggherre, myndighetskrav, eller annet. Dette kan være spesielt aktuelt ifm bæresystem av stål og prefab. Det vil si at deler av bygget som er enkelt utformet, typisk kvadratisk med like spennvidder og tverrsnitt skal tilrettelegges for ombruk.

Arkitektur og design

Hva	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Arkitektur	Finne måter å gi Dfd bygg nødvendig frihet i løsningsvalg, samtidig som arkitektoniske hensyn også ivaretas	Bruke Dfd også som et arkitektonisk konsept. Det vil si å tillate at Dfd bygg ville kunne få et annet visuelt uttrykk en «normale bygninger», og bygge videre på dette som en egen arkitektonisk stil.	Tanken om «Synlighet i arkitektur» referer til den pågående holdningsendringen, i positiv forstand, som en ser rundt det å nyttiggjøre seg av ombruk og resirkulerte materialer. Aksepten for, og konsekvensen av mulig endret utseende har i større grad blitt mer akseptert og t.o.m ønsket. Eksempelvis gammel teglstein mot nye, himlingssystemer som er gjenbrukt, fasadelementer plassert imellom nye kledningssystemer etc. Nye bygg kan «fortelle en gammel historie» med et eget formspråk.
Konseptløsninger	Øke levetiden til bygg før en Dfd prosess gjennomføres	Bevare og oppgradere bygget der det står, og heller kun skifte ut fasadelementer, innredning og andre materialtyper.	Her ligger prinsippet om MFD til grunn.
	Tilrettelegge for at den praktiske gjennomførbarheten av demontering ivaretas	Foreslås at det tidlig i konseptutviklingen lages en handlingsplan for ombruk.	Prosjektering av Dfd bygg må planlegges på en slik måte at tilgjengeligheten og den praktiske utførelsen av demontering kan gjøres enklest mulig. Her kreves det også økt prosjektering, for å se omfanget av kostnader og dokumentasjon.
	I veien mot helprosjekterte Dfd bygg, er det naturlig og også vurdere delvis Dfd baserte bygg, nettopp for å senke terskelen for å få gjennomslag for konseptet i næringen.	Basert på tanken om «core» løsning vil en kunne prosjektere et bæresystem av bygg der en ser på en regulær del, og en tilpasningsvennlig del, som ivaretar muligheten for demontering og/eller tilbygg.	Slik tankegang gjør at bygget kan ivareta delers av sin konstruksjon, men at bygget prosjekteres slik at randsonen rundt den regulære delen, eller stammen av bygget kan bygges på, eller demonteres, for å både tilfredsstille Dfd konseptet, men også for å tilfredsstille et endret bruksbehov.

Produkt og designprosess

Hva	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Homogenitet og defragmentering av elementer	For å lette gjennomføringen av ombruk er det interessant og se på mulighetene for å prosjektere materialsjikt og oppbygging som rene homogene sjikt.	Et større fokus på defragmentering av elementer-Lego tankegang. Bruk av «rene» materialer, slik at hvert element eller materiale lettere lar seg ombruke uten at det kreves tid og ressurser for å skille materialtyper under demontering. - Her kan nevnes å forenkle gulvoppbygging, ref fugestøp som tidligere nevnt. Gjøre klimavegger og fasadelementer lettere å skille, eksempelvis at bindingsverk, isolasjon, kledning lettere kan demonteres og ombrukes stegvis.	
Dataassistert prosjektering	For å kunne gi prosjekterende et verktøy for gjenbruk av eksisterende bygningsmaterialer, vil det forutsette at det finnes system for mottak, kontroll, ombrukspotensiale og tilgjengelighet for disse.	Ved å etablere en digital materialhub som viser tilgjengeligheten av ulike bygningsmaterialer kan disse prosjekteres inn i nye prosjekter. Dette krever i sin tur at det finnes en lagersortiment som ivaretar muligheten for å levere inn materialtyper og elementer, samt at distribusjon, dokumentasjon og kvalitetsstyring av disse ivaretas	Et slikt system på tvers av aktører i næringen gjør at en i tidlig fase kan prosjektere inn ønsket bygningsmateriale, og «booke» disse fra nevnte «materialhub». En må kunne verifisere at tilgjengeligheten av bygningsmaterialer er tilstede, og at det er forsvarlig rent kostnadmessig å sørge for at det eksisterer en lagerbeholdning for senere ombruk.

Standardisering og regelverk

Hva	Motivasjon	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Standardisering	En viktig suksessfaktor i DfD bygg beror på at det tilrettelegges for et rammeverk av regler og standarder som aktører i næringen kan styre etter.	NS-EN 3682 «ombruk av hulledekker» som allerede er etablert, er et eksempel på dette. Hvorvidt en skal etablere egne standarder for ombruk av andre byggesystemer og materialer er noe som vil måtte vurderes.	En viktig forutsetning for suksessen til DfD bygg er særlig at en ikke går seg vil i ulike forskrifter, lovverk, standarder, normgivende litteratur, etc. Det bør være en omforent plan for hvilke kravspesifikasjoner som skal følges, og hvilke lovverk som skal være gjeldene.
Insentiver	For å dreie næringen mot DfD baserte løsninger er det hensiktsmessig at det gis insentiver for å bygge etter dette.	Plan og Bygg, Breeam, Ceequal og Enova er typiske organer som er viktige spillebrikker for å støtte opp om, og gi insentiver til videre utvikling av DfD konseptet	

Målsettingen med workshopen i gruppe 3 har vært å identifisere hvilke suksesskriterier som ligger i DfD konseptet, og da spesielt i designprosessen. Diskusjonen har særlig berørt viktigheten av å designe bygg med høy grad av fleksibilitet. Både med hensyn på økt bruksverdi før tidspunkt for demontering og ombruk, og ikke minst tilrettelegge for ombruk ved en senere anledning. Det er særlig tre aspekter som anses som viktige nøkkelfaktorer for at tiltakshaver skal ha gode nok forutsetninger for gjennomføring av DfD-konseptet:

- Designe etter prinsippet for MDF (Modular Function Deployment). Det vil si å utforme bygg etter en enkel og standardisert utforming, samt tilrettelegge for at også deler eller komponenter av bygg kan skiftes ut.
- Ha gode etablerte rammeverk, hva gjelder standarder og forskrifter, som aktører kan styre etter ved gjennomføring av DfD konseptet.

- At det eksisterer en database for dokumentasjon, som kan nyttes som arbeidsunderlag ved senere demontering og ombruk.

Avslutningsvis har gruppen også synliggjort mulige utfordringer ved DfD-konseptet:

- DfD konseptet harmoniserer ikke nødvendigvis med dagens fokus på miljøtiltak.
- Det forutsettes grundig og omfattende prosjekteringsarbeid ved bygging av slike bygg. Dette kan øke terskelen for gjennomføring av slike prosjekter, spesielt med hensyn på kostnadsforbruk.
- Dagens oppfatning av hva som er god arkitektur vil måtte utfordres.

7.4 Gruppe 4: Forutsetninger for rasjonell ombruk

Målet med gruppearbeidet var å belyse hindringer for DfD på samfunnsnivå.

Utgangspunktet for gruppen var diskusjon av følgende spørsmål:

- Hvilke rammebetingelser må være på plass for at DfD og framtidig ombruk kan etableres som en forretningside?
- Hvordan vil DfD påvirke rollefordelingen i byggebransjen?

Gruppeleder satte opp følgende stikkord:

- Insentiver som kan motivere dagens byggherrer til å velge DfD-løsninger (økonomiske, juridiske, andre?)
- Må DfD nødvendigvis koste mer, eller gi større kortsiktige klimagasspådrag?
- Modulisering, standardisering av geometri, er det mulig å få økonomi i DfD uten dette?
- Hvilke nye roller/funksjoner vil dette kreve? Hvilke etablerte roller vil endres eller forsvinne?
- Leverandørleddet – hvem skal tildanne, dokumentere, lagre og levere ombrukskomponenter?

Diskusjonene fra gruppearbeidet er oppsummer under.

Rammebetingelser - samfunnsmessige

Rammebetingelse	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Kunnskap	Kan gi støtte gjennom Enova til rådgivning for å få opp kunnskapsnivået om DfD	Enova er kun ett av flere virkemidler for å få opp kunnskapsnivået
Lønnsomhet	Returordning for komponenter	Konkurransefortrinn å kunne tilby returordning for sine elementer. Kanskje mest aktuelt for komponenter som byttes ofte, f.eks. møterom-/kontorfronter. Utleie i stedet for salg? Pant
Regulering	Kunnskapsbaserte beslutninger i områderegulering eller reguleringsplaner av typen xx % ombruk for å få DfD gjennomført i stort volum på lengre sikt	

	Forskuttede framtidig fordel av ombruk ved premiering via reguleringsplaner for å få økt volum DfD på kort sikt	
Klimagassregnskap	Tenke både kortsiktig og langsiktig. Det er NÅ vi må få ned CO2-utslippet	Det bør være mulig å utføre karbonfattige demonterbare løsninger «Klimagasspådrag» eller rabatter er ikke veien å gå, det bidrar til å svekke klimagassberegningene og troverdigheten til LCA. Vi vil unngå anklager om grønnvasking

Rammebetingelser - juridiske

Bygningsdel	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Byggeforskrift	Krav til minimum andel ombrukbarhet i byggeforskrift	For å få et virkelig stort volum må TEK med
	Gulrot i reguleringsplan	Gulrot i reguleringsplan: Ved gjenbruk av elementer kan det tillates mindre avvik i forhold til byggegrenser/fotavtrykk og i høyden. Beholde antall etasjer, men avvik på høyden Utfordring kan være at man ikke har tilstrekkelig kunnskap om eksisterende bygg og materialer tidlig i fasen. Kan risikere at man må dispe på kravet fordi det ikke er mulig/miljøriktig
	Trenger insentiver som f.eks. krav.	I dag er det sjelden rom for å gjennomføre demontering for ombruk. Rivefasen vil forlenges og bli dyrere

Rammebetingelser - økonomiske

Rammebetingelse	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Skatt	Skatt og avgiftslettelser, reduksjon av byggegebyrer	Problemet er at da må graden av ombrukbarhet måles. Ting må lages etter en mal som gjør det enkelt å dokumentere at kravene er tilfredsstilt Standardiserte løsninger kan gjøre dette enklere
	Differensiert eiendomsbeskatning	Ulempen med denne er at den kun blir en gulrot for eier av bygget - ikke nødvendigvis den sammen som sitte med utbyggingskostnadene (ref boliger)
	Man må få penger for å ta vare på komponenter. For eksempel lavere skatt	
CO2-avgift	Økning av CO2-avgift	Produksjon av ett hulldekke koster 500 kr/m2. Montering 250. Demontering koster mer enn montering. Transport, dokumentasjon, tilpassing til nytt prosjekt og remontering. Ombruk kan ikke bli lønnsomt uten voldsom CO2-avgift Prosjektering vil bli dyrere i starten, men billigere når ting er standardisert
	Redusert CO2-avgift ved tilretteleggelse for DfD	
Støtteordninger	Enovastøtte til gjenbruk	
	Støtte til omlegging av produksjonslinjer til DfD-produksjon	Kan Enova støtte dette?
Standardiserte løsninger	Standardiserte løsninger kan bidra til å holde kostnadene nede	
Erfaring	Kostnad i starten – så vil det bli billigere	Ref. BREEAM
	DfD behøver ikke koste mer hvis betingelsene er klare ved oppstarten av prosjektet	
Materialmangel		Noen materialer vil være verdifulle i fremtiden pga. materialmangel

Rammebetingelser – tekniske/system-messige

Rammebetingelse	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Standardisering for å sikre praktisk gjennomførbarhet	Ha fokus på aksesystem oppover i høyden	
	Guidelines, byggforsklad, detaljtegninger	Utvikling av harmoniserte standarder
	Standardiserte løsninger kan bidra til å holde kostnadene nede	
	Standardisering og optimalisering av elementer	Standardisering og modulisering er en viktig forutsetning for en framtidig leverandørindustri
	DfD behøver ikke koste mer hvis betingelsene er klare ved oppstarten av prosjektet	

Hvilke nye roller/funksjoner vil DfD kreve?

Rolle	Forslag til løsning(er)	Kommentar
Leverandøransvar	Parallellindustri	Hvem har ansvar for kapasitet og kvalitet for brukte elementer?
	Produsenter av nye elementer kan også ta leverandøransvar for ombrukte komponenter av samme type	Elementprodusenter bør lagre, dokumentere og tilpasse komponenter. Dette vil kreve lagre
Transport og mellomlagring	Materialbanker	Digitale og fysiske
«Lei et bygg»		Hvem er aktørene?
Ombruksrådgivere		
Demonteringsentreprenører/ demontasjeteam		

Det er forventet at det vil åpne seg nye muligheter og bli rom for nye roller og funksjoner som følge av DfD. I workshopen var det særlig fire kategorier nye roller/funksjoner som ble nevnt:

- Ansvaret for ombrukte elementer. Dette ansvaret kan innebære transport/mellomlagring, testing/godkjenning og salg/videreformidling
- Det blir behov for en demonteringsentreprenør/ et demontasje -team
- Ombruksrådgivere er ingen helt ny funksjon, men etterspørselen etter rådgivere med denne spesialkompetansen forventes å øke
- Et av pilotprosjektene i SirkBygg er et bygg som er leid for 10 år. Dersom dette er starten på en trend vil dette påvirke markedet. Det er foreløpig uvisst hvordan.

I det videre arbeidet med å finne rasjonelle måter å arbeide med ombruk og DfD vil innspillene fra gruppearbeidet bli tatt med på følgende vis:

- Rammebetingelser: Rammebetingelser for DfD inngår som en del av arbeidspakke 4 i SirkBygg og vil bli undersøkt videre og oppsummert i en rapport. Forslag til løsninger som kom frem i workshopen tas inn i dette arbeidet og vi merker oss at det er særlig samfunnsmessige og økonomiske rammebetingelser som er fremhevet med forslag til løsninger.
- Roller/funksjoner: Nye og endrede roller og funksjoner som en følge av DfD er tett koblet til forretningsmodeller. Vi tar med oss følgende i det videre arbeidet:
- Hvordan oppnå lønnsomhet (for hvem?) i arbeidet med ombrukte elementer?

- Hvem kan operere som demonteringsentreprenør/montasjeteam, og hvordan kan dette kobles sammen med ansvaret for ombrukte elementer?
- Hvordan kan leie av hele, eller deler av bygg inngå i en sunn forretningsmodell?

7.5 Veien videre

Workshopen har gitt et nyttig bidrag med hensyn til å få en bedre forståelse for hva DfD faktisk innebærer når det gjelder design- og byggeprosess, tekniske løsninger, hvordan dokumentere DfD-løsningene og forretningsmodeller som fremmer DfD.

Hver av gruppearbeidene har pekt på behov for konkrete FoU-oppgaver i SirkBygg, og dette vil tas med videre inn i arbeidet i arbeidspakkene.

Workshopen har også bidratt til en større forståelse for hva som må legges til grunn for begrepene «demonterbarhet» og «ombrukbarhet» i praksis, når forhold som rasjonell byggeprosess vektlegges som premiss for gjennomførbarhet for demontering og ombruk. I SirkBygg er det et mål å definere både «demonterbarhet» og «ombrukbarhet» som forutsetning for at DfD f.eks. skal kunne hensyntas i klimagassberegninger. Ny workshop 24. oktober 2022 skal ha spesielt fokus på forutsetninger for fremtidig ombruk i planleggingsprosessen for pilotprosjektene, og vil sammen med workshopen fra april danne grunnlaget for arbeidet med definisjon av «demonterbarhet» og «ombrukbarhet».

Gruppearbeidet for gruppe 2 om sporing og dokumentasjon vil følges opp med en ny workshop 24. oktober 2022.

8 Vedlegg 2: Oppsummering fra workshop om demonterbarhet og ombrukbarhet 24. oktober 2022

Sirkbygg er et FoU-prosjekt der ulike partnere i norsk byggebransje jobber for å gjøre tilrettelegging for ombruk langt enklere enn det er i dag. Prosjektet er inndelt i fire arbeidspakker:

- H1. Byggeprosess
- H2. Tekniske løsninger
- H3. Miljø- og kostnadskonsekvenser
- H4. Forretningsmodeller og spredning av SirkByggs løsninger

En del av forskningen utføres gjennom workshops der partnerne samles og jobber med definerte problemstillinger. Denne rapporten er et resultat av en workshop avholdt 24. oktober 2022 tilknyttet arbeidspakke H1.

I innkallingen ble følgende listet opp som bakgrunn og formål med workshop:

- Effektivt ombruk og DfD avhenger av en høy grad av standardisering av de ombrukbare komponentene. Sannsynligheten for at komponentene i praksis vil være ombrukbare avtar markert med graden av lokal og individuell tilpasning av komponentene. Den lille erfaringen vi har med ombruk av bygningskomponenter vi har i dag har vist at alle avvik fra standard utførelse i form av hulltaking, utsparinger, skråskjæringer osv. ganske systematisk fører til vraking av komponenten.
- Løsninger som krever høy grad av tildanning etter demontering vil være kostnadsdrivende, og gi fare for vraking av økonomiske hensyn. Dette gjelder spesielt konstruktive påstøper, men også tekniske installasjoner som er integrert i bygningsstrukturen i form av rørføringer.
- Dette gir sterke føringer både for den globale utformingen av en DfD bygningskropp, men også for alle tekniske installasjoner i bygget. For de tekniske installasjonene kan det bli nødvendig å samle føringsveier i sjakter og kanaler, og dermed endre innarbeidet praksis for distribusjon. Dette kan i prinsipp påvirke fleksibiliteten i bygget på en negativ måte, slik at DfD kommer i direkte konflikt med ønsket om fleksibilitet i romløsninger og innredning (mht. senere ombygging).

I workshopen ble *CDN-piloten Østre Aker Vei 25* brukt som utgangspunkt for diskusjoner rundt effekten arkitektur og tekniske løsninger har på potensialet for ombruk.

Workshopen skal belyse hvordan tekniske fag (vann, ventilasjon, strøm) og arkitektoniske krav (dagslys, støy, tilrettelegging for nye leietakere etc.) påvirker bygningskomponenter sin sannsynlighet for å bli ombrukt.

Workshopen ble organisert i 2 grupper. Begge grupper fikk følgende spørsmål:

1. Hvilke grep må gjøres med den globale utformingen av bygningskroppen for å sikre en høyere grad av standardisering av komponentene i bæresystemet.
2. Hvordan dimensjonere for flere sykluser (demonteringer og ombruk)?
3. Hvordan planlegge teknisk infrastruktur uten gjennomføringer i bærende konstruksjoner/dekker/fasader? Hensynet til lyd og brann må ivaretas
4. Kan DfD legge begrensninger for små og større ombygginger i løpet av byggets levetid, evt. på hvilke måte?
5. Hvordan planlegge bærekonstruksjoner som muliggjør utskifting/ombruk av fasader?
6. Hvordan planlegge føringsveier for tekniske installasjoner som muliggjør endrede funksjoner/behov i løpet av byggets levetid? Og som er forenlig med DfD.

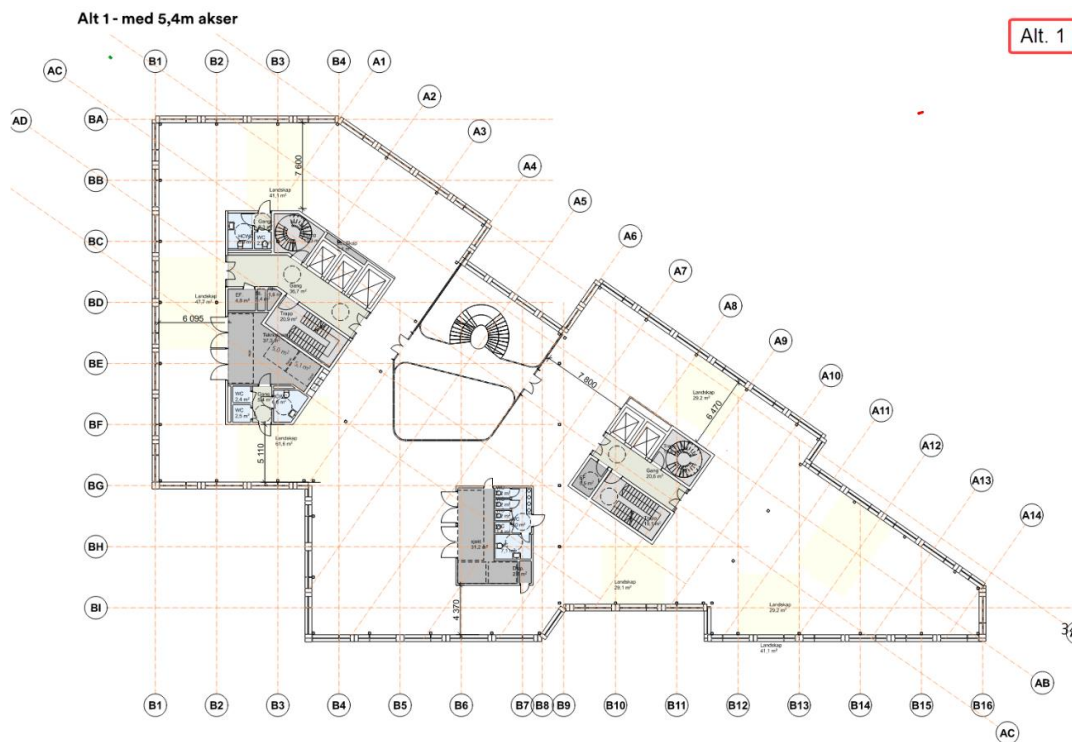
8.1 Spørsmål 1 – Global utforming

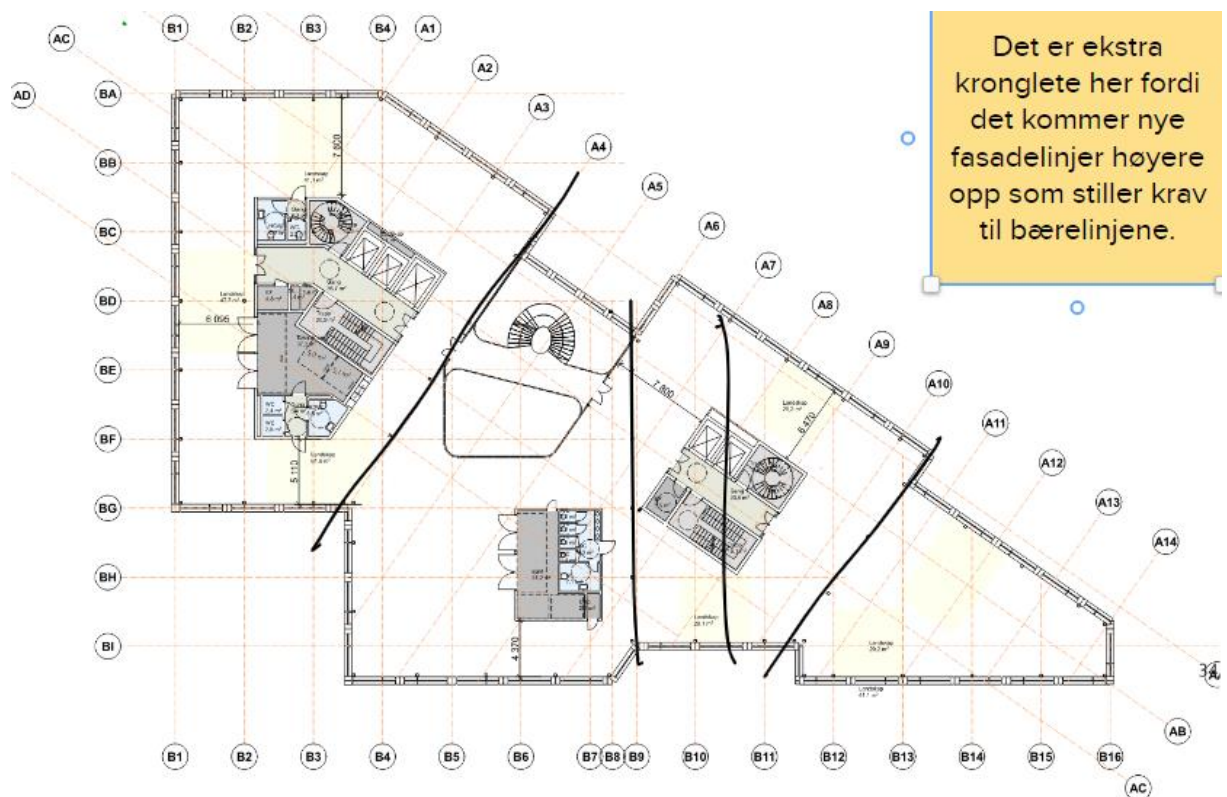
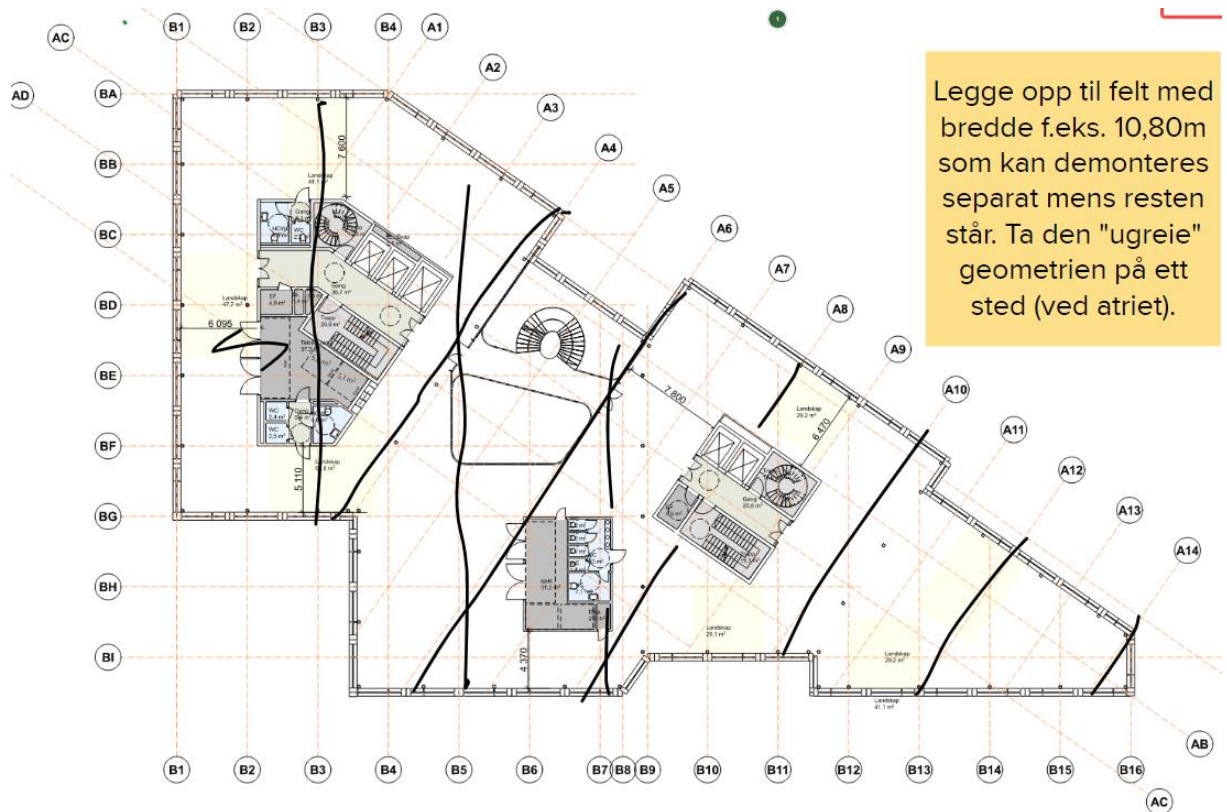
Åpninger må arrangeres på linje vertikalt

- Næringsbygg innredes etter et "ringer i vann"-system der støy holdes lengst mulig unna kontorarealer. Områder for fremtidig ombruk bør også planlegges etter hvilket bruk området skal ha.
- Sørge for å ha kjerner som kan romme tekniske installasjoner slik at hulltagning ikke kommer utenfor disse. Hulltaking i byggets bruksfase bør unngås. Det legger begrensninger for funksjonsendringer.
- Alle tekjøkkener har en kanal. Det koster et hulldekke. Eier må si ifra til ny leietaker at en ny plassering av perforeringen må være i samme hulldekke som hadde perforering fra før, for det hulldekket er allerede ødelagt.
- Flytte ansvaret videre i kjeden (til leietakeren). Hvor mye skal pengene få lov til å rå? Hvis vi får lov å kjøpe oss ut av kravene kommer vi ikke i mål. Samtidig er det veldig vanskelig å si nei til potensielle kunder. Kunder med fokus på bærekraft, og som også skalerer opp eller ned relativt ofte, slik at de kun vil leie i f.eks. 5 år, kan være positive til at bærekraft veies tyngre enn tilpasning.
- «Voksenopplæring er viktig». Være tydelig på at vi ikke klarer å gjøre begge deler. Det verste vi kan gjøre, er å lage næringsbygg som ikke blir leid ut. Noen leietakere sier de skal ha en bærekraftig profil på innredningen, men ikke skjønner hva det betyr. For eksempel kan de velge en bærekraftig form for tepper, men planlegge at de skal plasseres på en måte der det blir 50 % kapp.

Bygningsform optimaliseres

- Planlegge bæresystemet slik at man får flest mulig «hele» og generiske elementer. Modulært. Rektangulære felt. Fokus på kjerner pga. ytre rammer. Kjerner bør følge fasadelivet. Da minimeres skråskjæring av dekker. Bredden på sjaktene tilpasses bredden på hulldekker.
- Atriumsform, kjerner og bærelinjer plasseres etter mål på anvendelige hulldekker.
- Jobbe med scenarier for mulig videre bruk i neste syklus.
- Justere hjørner så de blir 90 grader. For eksempel hakket mellom B8 og B9. Mest mulig rektangulære bygg, sjakter etc.

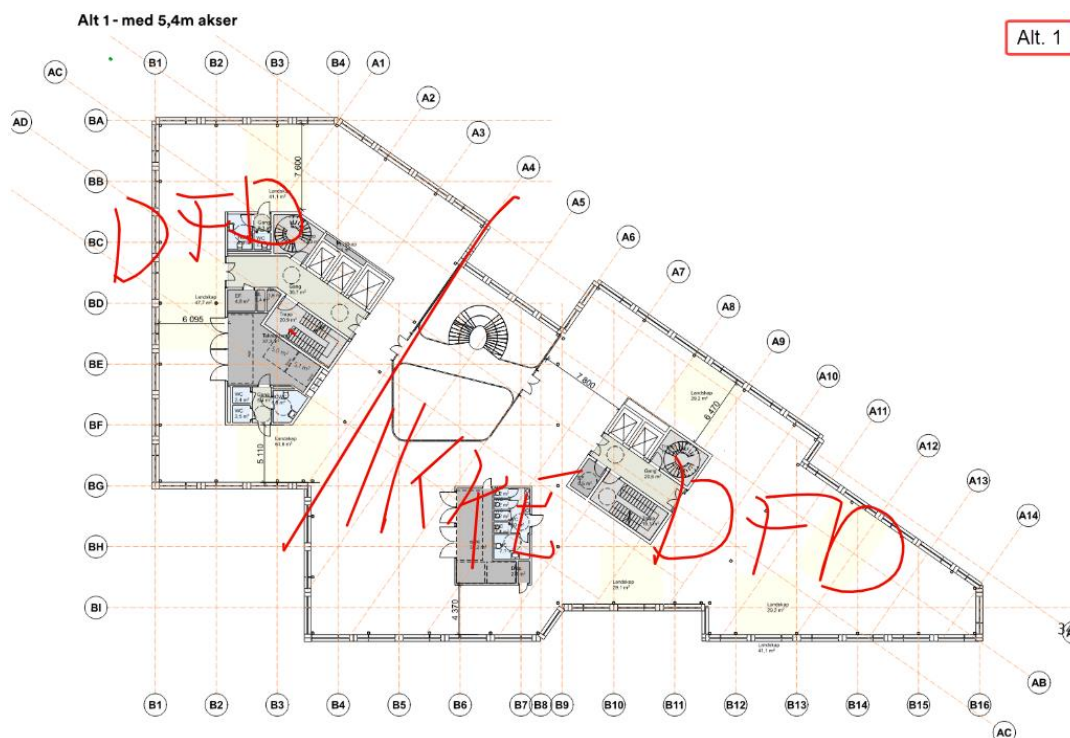




- Kommunen styrer mye. Ytre rammebetingelser er en utfordring. Sirkbygg burde invitert inn PBE for å synliggjøre hvordan føringene deres påvirker muligheten for ombruk.

Tenke standard utforming på et minimum av arealene

- Volumgrepet som er tatt med å bryte fasaden, sammen med triangelformet fotavtrykk, fører til mange kriker og kroker. Her må det defineres hvilke soner som skal planlegges for ombruk. Planlegge godt for hva som skal være ombrukbart og hvordan det skal kunne skilles effektivt fra det som ikke er ombrukbart.
- Plassere det unike i bestemte deler av bygget.
- Først ble det laveste bygget foreslått, men gjennom diskusjon ble det lansert at det er smartere å velge en del av tårnet (den høyeste deles av ØAV25), som kan gjentas i hver etasje oppover.



8.2 Spørsmål 2 – Hvordan dimensjonere for flere sykluser

Sjaktene må stå

- Skifte ut sekundærbæring. Sekundærbæring er f.eks. hulldekker.
- Som nevnt ved spørsmål 1: Overdimensjonere sjakter så det er kapasitet til flere rør i fremtiden.

Finne optimal dimensjon

- Her var det uenighet mellom deltakerne. Noen mener man må finne en optimal dimensjon som har et høyt volum i bransjen, og gjerne dimensjonere for høyere nyttelaster slik at det tilrettelegges for fremtidige ombygginger. Andre argumenterte for at komponentene bør dimensjoneres for belastningene de skal tåle nå. Vi bør ikke overdimensjonere dem, for det er nå klimagassutslippene skal ned.

- Kan man finne et system som gjør det enkelt å øke dekkens kapasitet i etterkant? Om vi har lagt til grunn lange spenn/elementer så kan disse kappes og oppnå høyere nyttelast ved fremtidig ombruk. Dermed er lange spenn en form for "overkapasitet".

Modularitet

- Standardisert geometri.
- Overdimensjonere etasjehøyde. «Riktig» generell etasjehøyde øker sannsynligheten for ombruk av søyler.
- Kjerner og bærelinjer plasseres etter mål på anvendelige hulldekker.

Bjelkefrie soner

- Utforming av bæresystem/bygning med bjelkefrie soner:



Planlegging

- Sette opp scenarier som beskriver (begrenser) videre bruk.
- Basere levetid på standarder?
- Løse horisontal skivevirkning på en måte som ikke innebærer å støpe ut kanalene i oppleggspunkt.
- Tenke gjennom
 - Gulvoppbygging
 - Horisontalforankring/skivevirkning
 - Fugestøp
 - Brann
 - Lyd
- Generelt viktig å ha en "evigvarende" plan for hva som skal kunne gjenbrukes, og hvordan det skal kunne gjøres (skilles fra andre elementer, demonteres, lagres, dokumenteres) effektivt.
- Soner av bygg med elementer som defineres som gjenbrukbare bør prosjekteres enten med en tanke om å kunne benytte elementet 100%, eller akseptere at de i neste omgang vil bli tilpasset (f.eks i lengden)
- Demonterbare elementer monteres "sist". F.eks. demonterbare hulldekker i toppen av bygget, ikke nederst i bygget hvor de kan skades i en riveprosess
- Unngå "flytende" materialer (lim, påstøp, flytsparkling etc).
- Referanseprosjektet er utformet med forskjellige vinkler i bygningskroppen. Hvordan kan konstruksjonen standardiseres slik at demontering og gjenbruk

enklere kan ivaretas? Fleksible, konstruktive forbindelser av bjelker og søyler som kan ivareta forskjellige vinkler og bygningsformer kan løse dette.

- Det må også tas hensyn til løft/håndtering om 50 år. Er innstøpte løftedetaljer godkjent for dette? Eller må man basere seg på "omsluttende" løfteredskaper?
- Benytte standardkomponenter så langt det lar seg gjøre. Kun 1-2 varianter av ventiler / varme-/kjøleenheter / lydfeller / VAV. Tilrettelegger for gjenbruk ved ombygging.
 - Ventiler
 - Varme, kjøleenheter
 - Lydfeller
 - VAV
- Desentrale aggregat i etasjen som er tilpasset å kunne demonteres og transporteres ut via dør.
- Unngå underliggende bjelker.

Dokumentasjon

- Viktig med god dokumentasjon av egenskaper

Kvalitet

- Høy robusthet på materialer og løsninger.

8.3 Spørsmål 3 – Teknisk infrastruktur

Granabgulf

- Føringsveier under gulv.
- Leietakere er ikke spesielt opptatt av himling, standard i dag er å ha tekniske føringer i himlingen. Luft føres ofte fra fasaden inn i møblene eller horisontal kanal over eller under vinduene.

Rause dimensjoner

- Legge til rette for fremtidig økning i vertikale sjakter. Dette går mer på fleksibilitet enn ombruk.
- Kabelbroer/føringsveier med restkapasitet.
- Samlet stort felles inntak/avkast for å minske antall gjennomføringer i fasade.

Ventilasjonsoppvarming

- Sentrale gjennomføringer i kjerner. Radiatorer er en løsning som er på vei ut.
- Store vindusarealer kan gi behov for kjøling på sørsiden og oppvarming på nordsiden.

Klimatak

- Føringsveier for el og annet utstyr i skjorter fungerer også som distribusjon av luft.

Unngå tilpasninger

- Skjønner leietakerne at små tilpasninger påvirker de store tingene? Klarer vi å formidle det? Et eksempel er plassering av møterom. Under møteromsvegger skal det være en sliss i low-Ex-gulvet pga. akustikk. Så det å flytte et møterom får store

konsekvenser. På Pilar lages det regnskap for hver tilpasning for å vise kunden at «denne tilpasningen koster et fremtidig hulldekke» osv. Der vurderes det om leietakeren må betale for tilpasninger ut fra konsekvenser for bærekraft. Slik kan leietakerne reklamere med at de har spart utslipp ved ikke å kreve tilpasninger.

- Være trofast mot konseptet, og husk at mindre hull i elementer er OK.
- Åpne dekker i sjaktene, brann og lyd løses i veggene.

Tekniske føringer

- Unngå rør og tekniske føringer utenfor. Vertikale gjennomgående sjakter med ringledninger ut i hver etasje. Gjøre få perforeringer av dekker.
- Mest mulig tekniske føringer i sjakter og kjerner.
- Sentraliserte sjakter. Unngå mange små – heller få store. Samle vertikale føringer i store sjakter.
- Radiatorer: Begrense hulltakinger. Føringer fra himlinger.
- Unngå unødvendig omfattende tekniske anlegg. (ikke en radiator i hver krok). Forenklet klimatisering kan være en fordel.
- Definere infrastruktursoner som ligger under bærebjelker.
- Større installasjoner/føringer må samles i sjakter. Noen installasjoner har behov for gjennomføring rett under. Her må uansett elementer perforeres. Det blir en vanskelig øvelse, men i hvilken grad klarer man å legge slike installasjoner til områder der elementer allerede ikke blir gjenbrukbare (ref spørsmål 1). Det begynner å bli mange faktorer å ta hensyn til i prosjektering. Større bruk av kunstig intelligens?
- Pompidou i Paris kan være en inspirasjon. Der ligger alle føringer uten på fasaden.

Gulvbokser

- Ikke tillate hulltaking til gulvbokser i møterom.

8.4 Spørsmål 4 - Begrensinger for ombygginger

Planlegging

- Endringsdyktighet er alltid viktig å planlegge inn, særlig for mindre endringer eller leietakertilpasning. Alle bygg bør være tilrettelagt for ombygginger.
- Det må avklare hvor det er viktig med fleksibilitet i fremtiden. Standard mål frem for et optimalisert bæresystem vil muligens kunne begrense byggets fleksibilitet.
- Hovedprinsipper må være klart for de som eier og forvalter videre, slik at ikke endringer på DfD-elementer gjøres uten at DfD-eier er klar over det.
- Dersom en "fastsatt grad" av DfD for et hus må holdes gjennom byggets levetid, vil dette kunne gi begrensninger. Dersom dette ikke er et aspekt som vurderes etter at bygget er levert, blir det som en hvilken annen modifikasjon på eksisterende bygg.

Tekniske anlegg

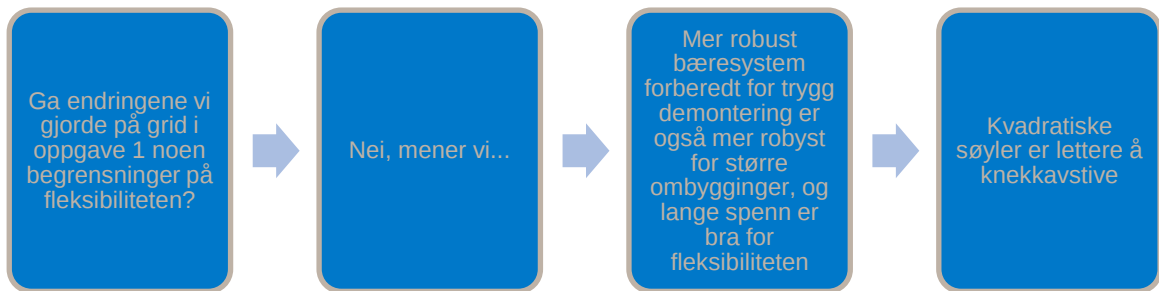
- Tekniske anlegg kan ha begrensninger som hindrer ombygging

Global stabilitet

- Hensynet til global stabilitet vil gi utfordringer. For eksempel hvis man kutter strekkbåndet i hulldekker eller tar store utsparinger i sjakter.

Muligheter

- DfD kan skape muligheter. For eksempel kan DfD-dekker fjernes hvis man om 20 år ønsker større takhøyde i noen arealer. Tilsvarende med balkonger eller nye interntrepper.



8.5 Spørsmål 5 – Fasader

Enkelhet

- Homogen materialbruk og synlige, mekaniske forbindelser. Dess enklere vi bygger komponenter, dess enklere kan de ombrukes.
- Standardiserte moduler, både i mål (høyde og bredde) og vekt.
- Høyden fra OK dekke til OK neste dekke er relativt standardisert, men på 60- og 70-tallet var de ofte annerledes. I Finland de brutto høyde standardisert til 3,00 meter i boligblokker. I Norge er det ikke slik standardisering. Dette legger opp til mer standardisering, og dermed industrialisering av byggeprosessen.
- Curtain wall bedre enn utfyllingsfasade?
- Modularitet + tilpasningsfelt ved dekker og evt søyler hvis de er i fasaden.
- Mest mulig ferdig fasadeelementer, (unngå komplementerings-arbeider).

Dokumentasjon

- Bruk av BIM med tilstrekkelig informasjon i elementene.

Rigg

- Fasader som er mulig å bytte ut, maks bredde 1.25 for å kunne heise ut fra etasjen over.
- Fasader opphengt i dekkeforkant. Søyler uavhengig av yttervegg.
- Planlegge rigg for fremtidig demontering.
- Tilrettelegge for at fasaden ikke må demonteres fra toppen, men kan ta vilkårlig felt for seg.

Økonomisk tilrettelegging

- Leasing av fasader? HABIO leases i 10 år.

Bæresystem

- Må gjøre nye grep med avstivende skiver, horisontalt og vertikalt. Kanskje nye typer produkter.
- Inntrukket bæresystem – Søylar bør trekkes inn fra fasaden får å ikke tilpasse fasadeelementer til søylar. Da må ny fasade bare stemme i høyden, ikke også i bredden.

8.6 Spørsmål 6 – Føringsveier

Sjakter og grid

- Må ha faste vertikalføringer. Rom for fordeling uavhengig av bæresystem.
- Tydelig grid som bestemmer mål på hvor store rom kan være.
- Vertikale sjakter med overkapasitet i forhold til dagens behov. Ringledninger som er plassert fornuftig i forhold til GRID løsning.
- Planlegge for hovedføringsveier. Sentraliserte sjakter. Føringsveier bør i hovedsak være knyttet til sjakter, og et utvalg av gjennomføringer. Underkant dekke kan/bør være et godt alternativ.

Teknisk

- Mulighetsstudier hvor prosjektet konverteres til bolig - hotell +++ og undersøke hva dette krever.
- Tekniske anlegg som er planlagt for å kunne skilles enkelt fra gjenbrukbare elementer.
- Bruk av ringledninger som ligger under evt. dragere. Mest mulig rette strekk. Passe på av avganger på rør/kanaler passer i forhold til standardlengder. Ikke kortere lengder enn 3m. Dette for å tilrettelegge for demontering og gjenbruk av ventilasjonskomponenter.
- Tekniske anlegg som er planlagt for enkel ombygging.
- Fleksible anlegg med nok kapasitet.

Gulv

- Unngå konstruktiv påstøp.
- Datagulv
- Prefabrikkerte dekkesystemer der teknikk kan legges inn i konstruksjonen (ribbedekker eller hulrom).

8.7 Annet

- Bør man ha en DfD-eier som sikrer DfD fra prosjektering, bygging og videre i bruk, evt. legge dette ansvaret på en annen rolle.
- Rammesystem som også virker konstruktivt avstivende.
- Høy grad av standardisering og prefabrikkering.
- Kommentar Spenncon: 18-etasjers bygg krever bruk av strengere standard ift stabilitet. Kan gjøre DfD vanskeligere.
- Kommentar Øst-Riv: ved demontering så har ikke høyde like mye å si som ved riving. Altså ikke så viktig med høyden på bygget for demonterbarhet.

8.8 Veien videre

Workshopen har gitt et nyttig bidrag med hensyn til å få en bedre forståelse for hva DfD faktisk innebærer når det gjelder design- og byggeprosess, tekniske løsninger, hvordan dokumentere DfD-løsningene og forretningsmodeller som fremmer DfD.

Hver av gruppearbeidene har pekt på behov for konkrete FoU-oppgaver i SirkBygg, og dette vil tas med videre inn i arbeidet i arbeidspakkene.

Workshopen har også bidratt til en større forståelse for hva som må legges til grunn for begrepene «demonterbarhet» og «ombrukbarhet» i praksis, når forhold som rasjonell byggeprosess vektlegges som premiss for gjennomførbarhet for demontering. I SirkBygg er det et mål å definere både «demonterbarhet» og «ombrukbarhet» som forutsetning for at DfD skal kunne hensyntas i klimagassberegninger⁷. Workshop 24. oktober 2022 har hatt spesielt fokus på forutsetninger for fremtidig ombruk i planleggingsprosessen for pilotprosjektene, og vil sammen med workshopen fra april danne grunnlaget for arbeidet med definisjon av «demonterbarhet» og «ombrukbarhet».

Gruppearbeidet for gruppe 2 om sporing og dokumentasjon vil følges opp med en ny workshop. Workshopen har gitt et nyttig bidrag med hensyn til å få en bedre forståelse for hva DfD faktisk innebærer når det gjelder design- og byggeprosess, tekniske løsninger, hvordan dokumentere DfD-løsningene og forretningsmodeller som fremmer DfD.

Hver av gruppearbeidene har pekt på behov for konkrete FoU-oppgaver i SirkBygg, og dette vil tas med videre inn i arbeidet i arbeidspakkene.

Gruppearbeidet for gruppe 2 om sporing og dokumentasjon vil følges opp med en ny workshop om dokumentasjon.

⁷ I Arbeidspakke H3 om klimagassberegninger skal det utvikles forslag til regler for hvordan DfD kan inkluderes i klimagassregnskap

9 Vedlegg 3: Spørreskjema som grunnlag for gruppeintervjuer om målbare kriterier for DfD

DfD er forkortelse for Design for Disassembly, eller Design for Demontering. I Sirkbygg sammenheng legger vi i begrepet DfD å designe for demontering og ombruk, dvs. designe for rasjonell, sikker, kostnadseffektiv og miljøvennlig demontering, samt at de demonterbare komponentene skal være av en slik karakter at de med høy sannsynlighet er attraktive for ombruk i fremtiden. Hensikten med definisjonen er å få på plass et sett med konkrete målbare kriterier for å kunne bestemme i hvor stor grad en komponent eller et bygg er DfD. Graden av DfD skal kunne benyttes inn mot byggets klimagassregnskap og gi reduksjon i byggets klimagassutslipp. Formålet med tiltaket er å skape initiativ til å bygge gode «donorbygg» for fremtiden.

Kriteriesettet omfatter bærende elementer og fasadeelementer. Det er ønskelig med en utbredt bruk av DfD løsninger og det er derfor viktig at kriteriesettet omfavner ulike ambisjonsnivåer av DfD. Kriteriesettet vil derfor åpne for ulik grad av DfD som måles på to nivåer. Første nivå er andelen bygningsmasse i et bygg som kan regnes som DfD. Andre nivå er i hvilken grad en enkel komponent kan regnes som DfD, altså i hvilken grad det har oppfylt kriteriesettet. Det er på sistnevnte nivå mulig å se for seg ulike scenarioer hvor ett kan være at en komponent innfrir et utvalg av kriterier, men ikke alle, et annet kan være at kriteriet er delvis innfridd og dermed får regnes som DfD, men med en reduksjonsfaktor. Til sammen skal de to nivåene kunne si noe om i hvor stor grad et bygg er DfD oppgitt i prosent. Det vil være opp til den prosjekterende å deklare graden av DfD. Deklarasjonen må være begrunnet i så høy grad at den er reviderbar ved en tredjepartskontroll.

Kriteriene er knyttet opp mot tre overskrifter; Demonterbarhet, Ombrukbarhet og Dokumentasjon.

Etterskrift: inndelingen i tema er i ettertid blitt omstrukturert

9.1 Demonterbarhet

For å sannsynliggjøre ombruk er det ikke tilstrekkelig at elementer kan demonteres, men at prosessen med å hente dem ut også er rasjonell. I dette ligger enkle, separable, standardiserte løsninger som gir få, repetitive og forutsigbare arbeidsoperasjoner ved demontering- og hvor prosesser rundt logistikk, sortering og borttransportering hensyntas.

For at en bygning, eller en seksjon av en bygning, kan kalles DfD må den oppfylle følgende kriterier på demonterbarhet:

9.1.1 Enkelt system

Delen/seksjonen av bæresystemet som er DfD skal bestå av ett helhetlig prinsipp og ikke sammenfattes av flere ulike systemer.

Begrunnelse:

Unngå kompleks logistikk rundt demontering med mange ulike maskiner og metoder for demontering da dette er dyrt og tidkrevende, og kan gi lav kvantitet på de ulike materialene som gjør bygget mindre attraktivt for ombruk. Des større kompleksitet dess vanskeligere er det å se for seg at bygningen vil bli et attraktivt donorbygg.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.1.2 Stabilitet

Demonterbare og ombrukbare seksjoner av et bygg skal kunne fjernes uten større forsterkningstiltak på øvrig konstruksjon.

Begrunnelse:

Dersom den globale stabiliteten ikke er ivaretatt på en god måte vil dette utgjøre en stor HMS risiko. Dersom en fremtidig eier ikke føler seg trygg på, eller ser at det krever mye ressurser å sikre at de ombrukbare elementene kan demonteres sikkert vil bygget være mindre attraktivt for ombruk.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hva betyr større forsterkningstiltak? Eksempler?*
- *Bør demontering av DfD elementer kunne foregå i sin helhet uten at det krever rivnings-arbeider av øvrig konstruksjon?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.1.3 Separere delsystemer

Det skal unngås penetrasjon mellom komponentene som ikke lar seg enkelt reversere. Mellom ombrukselementene skal det ikke brukes spikere, forsegling, lim, sveis, støp eller andre materialer med mindre disse enkelt kan fjernes uten å påføre skade på elementene. Toleranser for forbindelsen skal ivareta at elementer både skal kunne monteres og demonteres på en forsvarlig måte dvs uten å skade elementet eller tilstøtende elementer samtidig som operasjonen er rasjonell og ergonomisk.

Begrunnelse:

Hvis det blir for mye arbeid med å fjerne og «renske» elementene vil kostnaden kunne bli for høy til at ombruk er sannsynlig. Det vil også knyttes risiko og usikkerhet til hvor stor andel av elementene som vil være brukbare etter en demontering.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hva menes med «enkelt å fjerne» er dette for åpent eller er det tydelig nok? Eksempler?*
- *Er saging og kapping av elementer utenfor det som kan kalles DfD?*
- *For trekonstruksjoner spesielt: bør det legges inn krav til beslag for å legge til rette for at skruene kan skrus ut?*
- *Er det andre materialspesifikke hensyn?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.1.4 Forbindelser

Antall ulike forbindelser skal begrenses. Størrelser, utforming og forbindelsesprinsipper skal gjentas og standardiseres. Antall ulike festemidler i en forbindelse skal begrenses og disse skal kunne demonteres ved bruk av standard verktøy som med stor sannsynlighet vil være tilgjengelig ved byggets endte

Begrunnelse:

Færre, forutsigbare og gjentakende prosesser gjør demontering raskere og mindre risikofylt samt forenkler prosessen med å estimere tidsbruk for demontering. Gjenkjennbare løsninger gir trygghet for en eventuell fremtidig eier og øker sannsynligheten for ombruk.

Spørsmål til diskusjon:

Hva menes med standardiseres, eksempler?

Trekonstruksjoner: Bolter fremfor skruer, minimum med skruer med beslag?

- *Er det andre materialspesifikke hensyn?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

levetid. Det skal prioriteres færre skruer/bolter med større dimensjoner fremfor flere skruer/bolter med mindre dimensjoner.

9.1.5 Tilkomst

Det skal være tilstrekkelig tilkomst til forbindelser og løftepunkter for rasjonell demontering av bygningsdeler. Det skal unngås innkapsling/innbygging/tekking som gjør festemidler og løftepunkter utilgjengelige.

Begrunnelse:

Synlige detaljer gir raskere og bedre oversikt. Prosesser med å lete frem festepunkter og renske dem kan være tidkrevende og vanskelig.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hva legges i enkel tilkomst, er dette punktet tydelig nok, eksempel, eventuelt eksempel på ikke akseptable tilfeller?*
- *Hvordan sikre at eventuelle beskyttelser av festepunkter varer helt til demontering?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.1.6 Materialer

Antallet ulike materialer i bæresystemet som er DfD skal begrenses. Materialkvaliteten skal være av standard variant og i høyest mulig grad være lik for alle komponenter av samme type. Det skal så langt som mulig unngås helse- og miljøskadelige materialer som kan kontaminere tilstøtende materialer eller utgjøre merarbeid/ekstra hensyn med tanke på HMS ved demontering.

Begrunnelse:

Færre varianter av hvert enkelt materiale vil redusere kompleksiteten og sørge for høy kvantitet og enkel logistikk rundt sortering og bort transportering.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hva er standard variant, eksemplifiseres?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

ring/rehabilitering. Det skal ei heller benyttes materialer som kan påføre fremtidig eier vesentlig ekstra kostnader knyttet til å avhende materialet (ivaretatt av byggeforskrifter).

9.1.7 Komponenter

Enhver komponent som defineres som DfD skal kunne beskrive/dokumentere at den er egnet for demontering og remontering.

Begrunnelse:

Det må ivaretas egnelse for DfD både på systemnivå og på komponentnivå

Spørsmål til diskusjon:

- *Hvilke krav til beskrivelse/dokumentasjon?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.2 Ombrukbarhet

I begrepet ombrukbarhet ligger det ikke bare at det er mulig at et element kan ombrukes, men at bygningsdelen er av en slik karakter at den med høy sannsynlighet vil ansees som en ressurs for fremtidige utbyggere og dermed sannsynliggjør ombruk.

For at en bygning, eller en seksjon av en bygning, kan kalles DfD må den oppfylle følgende kriterier på ombrukbarhet:

9.2.1 Bestandighet

Det skal velges materialer som er bestandig og av høy kvalitet. Det skal dokumenteres at bærende elementer har en levetid på minimum to livssykluser i det opptredende eksponeringsforhold. Materialene skal kunne motstå «normale forhold» for montering og demontering uten å ta skade.

Begrunnelse:

Høy kvalitet på materialet sannsynliggjør at elementene beholder sin verdi over tid og dermed er attraktive for ombruk.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hvordan definere livssyklus, er det 2x levetiden til det første bygget elementet står i? Er det levetiden til det første bygget + 50 år? Skal vi bruke LCA definisjon- 60 år?*
- *Begrepet «høy kvalitet» tydeliggjøres, eksempler?*
- *Skal det legges inn noe om sammensatte komponenter? At levetiden til en sammensatt komponent styres av delen med kortest levetid (med mindre denne enkelt kan byttes ut)?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.2.2 Standard grid

Seksjon av bygning som er DfD skal følge et standardgrid tilpasset valgt bæresystem med repeterende mønster.

Begrunnelse:

Skal sikre høy kvantitet av like ombrukbare elementer.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hva er et standardgrid? Skal vi tilbake til modulmål? Gjelder dette bare i plan eller også i høyden?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.2.3 Tekniske gjennomføringer

Tekniske installasjoner, rørføringer og elektrisk skal separeres fra, og ikke innlemmes i bæreelementer. Gjennomgang av føringer mellom plan skal i all hovedsak foregå i samlende sjakter for å minimere antall gjennomboringer og unødvendig sammenfiltring. Bygningselementer med utsparing(er) kan ikke defineres som DfD med mindre det er dokumentert at utsparing ikke påvirker ombrukbarhet, dvs. at elementet ikke krever kostnadsdrivende etterarbeid før ny installasjon.

Begrunnelse:

Unngå spesialvarianter av elementer som kan kreve etterberegning og arbeid for å få til ombruk. Forutsigbarhet for en fremtidig eier mtp antall ombrukbare komponenter.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.3 Dokumentasjon

For at en bygning eller deler av en bygning skal kunne kalles DfD må det finnes tilstrekkelig dokumentasjon for å sannsynliggjøre demontering og ombruk. Dokumentasjonen skal sikre kvaliteten på, riktig håndtering av, og forenkle prosesser med demontering og remontering av DfD-komponenter.

For at en bygning, eller en seksjon av en bygning kan kalles DfD må følgende dokumentasjon leveres som et tillegg til standard FDV-dokumentasjon:

9.3.1 Demonteringsplan

Det skal lages en plan for hvordan demontere bygningen. Denne skal inneholde nødvendige instruksjoner for riktig og trygg demontering. Demonteringsplanen skal produseres parallelt med instruksjoner for montering for å sikre gode og helhetlige løsninger. Som en del av planen skal det beskrives hvordan den globale stabiliteten ivaretas ved demontering, og eventuelle tiltak for dette. Plassering av maskiner/kraner samt tiltenkt riggplass skal være en del av beskrivelsen.

Begrunnelse:

En gjennomtenkt demonteringsplan er nødvendig for å sikre gode og helhetlige løsninger. En ryddig plan vil gi forutsigbarhet og en pekepinn for ny eier om hva som må til for å hente ut ombrukselementer. En plan vil kunne lette arbeide med planlegging av demontering av elementer, samt sikre at ombrukselementene ikke tar skade i prosessen.

Spørsmål til diskusjon:

- *Skal det defineres hva som menes med instruksjoner? Hva er tilstrekkelig informasjon, montasjetegninger i revers?*
- *Hvordan gjøre denne målbar?*
- *Hva kan være eventuelle nivåer her?*

9.3.2 Digital tvilling

Det skal leveres en digital tvilling av bygningen som inkluderer alle bygningselementer inkludert festemidler. Modellen skal også inneholde kranplassering og riggplass for demonterte elementer. Alle elementer skal merkes med ID-nummer. Det skal i modellen komme tydelig frem hvilke elementer som er DfD og ikke. Som en del av modellen skal det opprettes en loggbok for dokumentering av fremtidige endringer og eventuelle ulykker. Den «Digitale tvillingen» skal vedlikeholdes gjennom hele byggets levetid.

Begrunnelse:

Gi god oversikt over bygningsmassen og bidra til å redusere risiko og effektivisere planlegging og utførelse av demontering. Gi forutsigbarhet og trygget ved vurdering av bygget som donorbygg.

Spørsmål til diskusjon:

*I hvilket format skal modellen oppbevares og hvor skal den ligge?
Blir det for strengt at festemidler skal være en del av modellen?
Skal kran og riggplass for demontering være en del av reguleringsplan?
Hvordan sikre at digital tvilling oppdateres ved endring?
Hvilket format skal loggboken ha? Hvilket format skal den digitale tvillingen ha?*

9.3.3 Liste over DfD-bygningskomponenter

Det skal lages en liste av alle bygningskomponenter som er DfD med følgende informasjon:

- ID-nummer
- Spesifikasjoner
- Garantier og kontaktinformasjon til leverandører
- Henvisning til produksjonstegninger, monterings-tegninger/prosedyrer/Instruksjoner
- Levetid

Begrunnelse:

En liste vil gi rask og god oversikt over hva som kan hentes ut av ressurser som vil gjøre prosessen med å finne riktig donorbygg enklere.

Spørsmål til diskusjon:

- *Hvor skal denne listen lagres og i hvilket format?*
- *Annen informasjon som kunne være nyttig?*
- *Skal det finnes nivåer også her eller skal listen være et krav i sin helhet?*