



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Valg av fornyingsform i en bærekraftig verden

Choosing a form of renewal in a sustainable world

Obinna Anowi, Martin Kjærslrud, Magne Toftevåg

Byggingeniør Bachelor
Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap
Veileder: Ole-Gunnar Søgne
03. juni 2020

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Forord

I forbindelse med avslutningen på bachelorgraden som byggingeniør har vi i løpet av våren 2020 utarbeidet denne rapporten. Vi som gruppe har arbeidet tett sammen siden vi ble kjent ved studiestart. Det har ved flere anledninger blitt diskutert hva den avsluttende oppgaven skal omhandle. Der har det heldigvis vært enighet om at vi ville skrive en oppgave innenfor forvaltning, drift, vedlikehold, og utvikling. Dette bunner ut av at vi mener for mange bygninger blir revet, uten at muligheter for videre utnyttelse er vurdert godt nok. Utfallet ble at vi valgte å se nærmere på prosessene rundt valgene av fornyingsform. Valget av oppgaven er gjort med et ønske om en dypere forståelse, og muligheten for å bidra til en endring av bransjen.

Avslutningsvis ønsker vi å takke veilederen vår Ole-Gunnar Søgne ved Høgskolen på Vestlandet, samt Bergen kommune for møter og informasjon. Vi ønsker også å takke byantikvaren for utfyllende informasjon rundt arbeidet deres.

Antall ord: 22307

Bergen, juni 2020

Obinna Anowi

Martin Kjærslrud

Magne Toftevåg

Sammendrag

Oppgaven har som formål å belyse viktige temaer rundt valget av fornyingsform. Bakgrunnen for dette var medieoppmerksomheten rundt vurderingene av rådhuset i Bergen, og Y-blokka i regjeringskvartalet. Noe av bakgrunnen til dette var at disse byggene var tegnet av samme arkitekt, og fikk ulik behandling. Rådhuset ble vurdert til ombygging, og Y-blokka skulle rives.

Oppgaven er gitt av Høgskulen på Vestlandet, og var primært en oppgave for å sammenligne prosessene frem til valg av fornyingsform mellom rådhuset og Y-blokka. I samarbeid med faglærer og oppgaveansvarlig Ole-Gunnar Søgne, ble vi enige om å arbeide lokalt innad i Bergen. Resultatet ble en oppgave om valg av fornyingsform ved rådhuset, fylkeshuset og Nordnes skole.

Oppgaven baserer seg på tilgjengelig dokumentasjon gitt av det offentlige vedrørende prosessene, og relevant sakprosa som lover, forskrifter, og standarder. Vi har anvendt teori innenfor teknisk tilstand, funksjonalitet og behov, økonomi, og bærekraft for å løse problemstillingen. I lys av disse emnene er de tre prosjektene drøftet ved å belyse prosessene frem til valg av fornyingsform med tilhørende løsninger.

Oppgaven presenterer en veileder som kan anvendes av tiltakshaver ved valg av fornyingsform. Den gir en kortfattet oppsummering av viktige vurderinger som bør tas hensyn til ved fornying av eksisterende bygningsmasse. Veilederen vektlegger bærekraftige vurderinger og bruker det som et underliggende tema.

Abstract

The purpose of the thesis is to highlight important issues regarding the choice of renewal forms. The reason for this was the media attention surrounding the assessments of the Bergen City Hall, and the Y-block in the government quarter. Part of the reason for this was that these buildings were designed by the same architect and received different treatment. The town hall was considered for redevelopment and the Y-block was to be demolished.

The assignment was given by the University College in Western Norway and was primarily a task to compare the processes up to the choice of renewal form between the City Hall and the Y-block. In collaboration with our teacher and assignment manager Ole-Gunnar Søgne, we agreed to work locally in Bergen. The result was a thesis on the choice of renewal form for the City Hall, the county hall and Nordnes school.

The thesis is based on available documentation provided by the public regarding the processes, and relevant case law such as laws, regulations, and standards. We have applied theory within technical condition, functionality and needs, economics, and sustainability to solve the problem. Considering these topics, the three projects were discussed by elucidating the processes leading to the choice of form of renewal and associated solutions.

The thesis presents a guide that can be used by the initiative holder when choosing a form of renewal. It provides a brief summary of important assessments that should be considered when renewing existing buildings. The guide emphasizes sustainable assessments and uses it as an underlying theme.

Innhold

Forord	ii
Sammendrag	iii
Abstract	iv
Figurliste.....	ix
Begrepsforklaringer.....	xi
1. Innledning.....	1
1.1 Innledning	1
1.2 Problemstilling.....	2
1.3 Metode	2
1.4 Lover og forskrifter.....	3
1.4.1 Plan- og bygningsloven (PBL)	3
1.4.2 Byggteknisk forskrift (TEK17)	3
1.4.3 Byggesaksforskriften (SAK10)	4
1.4.4 Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK).....	4
1.4.5 Kommuneplanens arealdel (KPA).....	4
1.4.6 Lov om offentlige anskaffelser (anskaffelsesloven).....	4
1.4.7 Kulturminneloven.....	5
1.4.8 Norsk Standard	5
1.4.9 Byggforsk (Byggforskserien)	5
2. Teori	6
2.1 Valg av fornyingsform.....	6
2.1.1 Fornyingsformer	7
2.2 Teknisk tilstand.....	8
2.2.1 Byggets tekniske tilstand	8

2.2.2	Teknisk tilstandsanalyse	8
2.2.3	Analyse- og referansenivå	8
2.2.4	Tilstandsrapport	10
2.2.5	Bygningsdelstabeller	10
2.3	Funksjonalitet og behov	11
2.3.1	Funksjonalitet	11
2.3.2	Tilpasningsdyktighet – generalitet, fleksibilitet og elastisitet	11
2.3.3	Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet	12
2.3.4	Levetid	13
2.3.5	Lagdelingsmodellen.....	14
2.4	Økonomi	15
2.4.1	Byggets livsløpsøkonomi	15
2.4.2	Metodikk basert på NS 3454	16
2.5	Bærekraft.....	19
2.5.1	Bærekraftig utvikling.....	19
2.5.2	Nasjonalt fokus	19
2.5.3	Sirkulærøkonomi	21
2.5.4	Bygg21 sine kvalitetsprinsipper	23
2.5.5	Livsløpsvurdering (LCA)	26
2.5.6	Sertifiseringsverktøy.....	29
3.	Presentasjon av case	30
3.1	Bergen rådhus	30
3.1.1	Nøkkelinformasjon	30
3.1.2	Historie	31
3.1.3	Bygningstekniske problemer – fasade og bæresystem	31

3.1.4 Innvendig ombygging	34
3.1.5 Klimagassberegninger og bærekraft	34
3.1.6 Vedtak om ombygging og rehabilitering	35
3.1.7 Økonomi	36
3.2 Fylkeshuset	37
3.2.1 Nøkkelinformasjon	37
3.2.2 Historie	38
3.2.3 Bygningstekniske problemer – høyblokk og mellombygget	38
3.2.4 Klimagassberegninger og bærekraft	39
3.2.5 Vedtak om riving/nybygg	39
3.2.6 Økonomi	39
3.3 Nordnes oppveksttun	41
3.3.1 Nøkkelinformasjon	41
3.3.2 Historie	42
3.3.3 Tidligere rehabiliteringer	42
3.3.4 Teknisk tilstand.....	42
3.3.5 Klimagassberegninger og bærekraft	43
3.3.6 Vedtak.....	43
3.3.7 Økonomi	45
4. Drøfting av case	46
4.1 Rådhuset.....	47
4.2 Fylkeshuset	52
4.3 Nordnes oppveksttun	56
5. Avsluttende drøfting.....	60
6. Veileder	69

7. Konklusjon	70
8. Videre arbeid	71
9. Referanseliste	72

Figurliste

Figur 1: Livsløpet til en bygning (Tilpasning: Søgnen 2019).....	6
Figur 2: Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet (Tilpasning: Byggordboka)	12
Figur 3: Økonomisk levetid (Søgnen 2019).....	14
Figur 4: Lagdelingsmodellen (Søgnen 2019).....	15
Figur 5: Investeringskostnad og årlige kostnader (Tilpasning: NS 3454)	18
Figur 6: Nåverdi (Tilpasning: NS 3454)	18
Figur 7: Årskostnader (Tilpasning: NS 3454).....	18
Figur 8: Sirkulærøkonomi (Circular Norway 2020)	23
Figur 9: Livsløpsfaser og systemgrenser (Byggforsk 2015)	26
Figur 10: Faser i en livsløpsvurdering (Tilpasning: Byggforsk 2014).....	27
Figur 11: Miljødeklarasjon (Byggforsk 2014)	28
Figur 12: Bergen rådhus (Byantikvaren 2015).....	30
Figur 13: Fra offentliggjort rapport (Betec 2015)	32
Figur 14: Fra rapport (Betong Consult 2019).....	33
Figur 15: Fra rapport (Betong Consult 2019).....	33
Figur 16: Hordaland Fylkeshus (Hordaland fylkeskommune 2020).....	37
Figur 17: Nåverdi av kostnader beregnet over 40 år (Rapport: Økonomiske vurderinger for nytt fylkeshus).....	40
Figur 18: Nordnes oppveksttun (Lund arkitekter AS / Bergen kommune).....	41
Figur 19: Bergen kommune 2018.....	42
Figur 20: Foreløpig prosesskart.....	46
Figur 21: Fagnotat (Bergen kommune 2019).....	47
Figur 22: Fagnotat (Etat for utbygging - Bergen kommune)	49
Figur 23: Livssyklus kostnader Bergen rådhus (Rambøll AS)	50

Figur 24: Bearbeidet prosesskart: resultat etter drøfting – I rammen er det stikkord som utgjør begrensninger – Primært lover og begrensninger av ressurser.....	60
Figur 25: Anbefalt prosedyre for tilstandsanalysen (NS 3424 2012).....	61
Figur 26: Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet - vurdering av casene	63
Figur 27: Endelig prosesskart.....	70

Begrepsforklaringer

Behov	Behov er de funksjonene som er nødvendig for en bedrifts eller organisasjons måloppnåelse
Bruker	Person som benytter seg av bygget eller tiltaket
Byggeprosjekt	Fra ideen til et bygg oppstår, gjennom planlegging, prosjektering, byggearbeid, til bygget tas i bruk.
Funksjonskrav	Kravspesifikasjon som gjelder for et bygg etter en bygningsdel, og beskriver et minimumskrav som skal oppfylles. For eksempel krav til universell utforming.
Funksjonalitet	I hvilken grad et bygg kan tilpasses de funksjonene som kreves
Kvalitet	Er en gjenstand eller tjeneste sin evne til å tilfredsstille krav eller forventninger. Dette kan være forventninger til funksjon, slitestyrke eller holdbarhet.
Løsning	Teknisk eller planmessig løsning som er utformet for å imøtekomme et funksjonskrav
Prosess	Forløp, utvikling eller naturlig utvikling gjennom flere stadier. (store norske leksikon)
Rom- og funksjonsprogram	En oversikt som viser hvilke rom og funksjoner som skal inn i et nytt bygg. Det planlegges ofte både for dagens og fremtidens behov.
Teknisk tilstand	Den tekniske, funksjonelle eller estetiske tilstanden på et bygg eller bygningsdel på nåværende tidspunkt
Tiltak	Med tiltak etter loven menes oppføring, riving, endring, herunder fasadeendringer, endret bruk og andre tiltak knyttet til bygninger, konstruksjoner og anlegg, samt terrenginngrep og opprettelse og endring av eiendom. (PBL §6-1)
Tiltakshaver	Tiltakshaver er den som står ansvarlig ved gjennomføring av tiltak.
Vedlikehold	Nødvendig arbeid for å opprettholde kvaliteten på bygningen med tekniske installasjoner
Utvikling	Strategi for oppgradering av eksisterende bygningsmasse

1. Innledning

1.1 Innledning

I denne bacheloroppgaven skal vi se nærmere på beslutningsprosessene som fører frem til valget av fornyingsform for en bygning eller et bygningskompleks. Utgangspunktet for dette er en hypotese om at disse prosessene i dag er lite systematiske, mangelfulle og ineffektive. I oppgaven ønsker gruppen, gjennom kartlegging av case og intervjuer, å belyse aspekter som er de mest problematiske ved disse prosessene.

Det er ønskelig å skape en forståelse for hvorfor den ene beslutningsformen blir vurdert som mer aktuell enn den andre i gitte tilfeller. Det er da interessant å se på faktorene som veier mest i slike beslutningsprosesser. Vi mener det er fire områder det bør fokuseres på når et beslutningsgrunnlag utarbeides:

- Kartlegging av byggets tekniske tilstand
- I hvilken grad bygget klarer å møte krav til funksjonalitet, og brukernes behov.
- Livsløpskostnadene som genereres i fornyingsprosjektet
- Miljørettet bærekraft knyttet til byggets livsløp

De utvalgte objektene vi ser på i oppgaven er knyttet til offentlig forvaltning. Det er ønskelig å analysere objektene etter måten de offentlige tiltakshaverne tar hensyn til målene, og i hvilken grad de møter disse i sine valgte løsninger når bygningsmassen skal fornyes. Dette skal gjøres ved å se på forskjellige bygg, der Bergen rådhus er et av objektene. Rådhuset vil være utgangspunktet for sammenligning med andre offentlige bygninger som er under ombygging, eller riving for å gi plass til nybygg.

Stat, fylkeskommuner, og kommuner har i dag ulike bærekraftsmål som blir forsøkt implementert i samfunnet, med den hensikt å redusere klimapåkjenninger og andre fotavtrykk. På noen områder virker disse målene styrende både for offentlig og privat sektor. Det er da riktig å anta at offentlig sektor tar et ekstra ansvar ved å etterleve de uttalte målene i størst mulig grad.

Mål om bærekraftige løsninger må likevel sees i sammenheng med økonomiske, tekniske og behovsmessige begrensninger. Ved ethvert prosjekt vil det forekomme avveininger mellom disse faktorene. Selv om bærekraftsmålene i nyere tid har fått en viktigere rolle i byggeprosjekter, er det økonomi og funksjonalitet som oftest blir avgjørende for de valgene som tas.

I arbeidet rundt problemstillingen vil det bli aktuelt å tenke rundt de fire områdene teknisk tilstand, funksjonalitet, økonomi og bærekraft. Det blir derfor naturlig å stille spørsmål som:

«Hvilke krav er aktuelle å stille til bygningskroppens tilstand for videre bruk?»

«Er økonomi alltid førende for slike beslutninger, eller er bygningens tilpasningsdyktighet for fremtidens behov det avgjørende?»

«Hvordan påvirker fokuset på bærekraft byggenæringen, og hvordan kan bærekraft ivaretas ved fornying?»

«Hvorfor rive og bygge nytt istedenfor å bygge om?»

1.2 Problemstilling

«Gruppen skal utarbeide en veileder som skal gjøre beslutningsprosessen fra behovsidentifisering til valg av fornyingsform enklere for tiltakshaver.»

1.3 Metode

Formålet med oppgaven er å utarbeide et verktøy som kan forbedre og effektivisere beslutningsprosessen ved valg av fornyingsform. Metoden som er benyttet er case- og litteraturstudie i tillegg til intervjuer med nøkkelpersonell.

Det krever noe forkunnskap for å forstå valget av den enkelte fornyingsformen, samt hvorfor dette valget kan være riktig. I teorikapittelet er det på grunnlag av litteraturstudium tatt med en rekke temaer som kan sees på som nødvendig for å gi leserne en grunnleggende forståelse av helheten. En del av tanken har vært å fremheve sentrale temaer som påvirker valget av fornyingsform. Dette inkluderer emner som tilpasningsdyktighet, livssyklus kostnader, tilstandsanalyse og bærekraft. Det er i tillegg tatt med utdrag fra lover og forskrifter i innledningskapittelet for å belyse rammene disse medfører for valget av fornyingsform.

For å løse problemstillingen ble det bestemt å utføre case-studie på 3 bygninger. Det mest hensiktsmessige ville vært å studere et større antall bygninger innenfor ulike typer/kategorier, for å få et bedre sammenligningsgrunnlag. Av hensyn til fristen vil flere objekter enn dette bli for krevende, og kan føre til en oppgave som ikke er spisset nok mot det en ønsker å få frem. Det er verdt å påpeke at med flere studieobjekter vil det være enklere å tydeliggjøre forskjellene og nyansene i innholdet.

Bygningene som er valgt for oppgaven er utvalgt med tanke på informasjonstilgang. For alle er det fattet vedtak og igangsatt fornying i form av ombygging eller nybygg. Dokumentasjonen i prosjektene har gitt varierte mengder med informasjon om prosessene og saksgang frem til valg av fornyingsform. En del av utfordringen har vært å sortere vekk informasjon som er overflødig og finne frem til det som er relevant. Dette har det vært forsøkt å gjøre ved hjelp av intervjuer med representanter fra kommunen, som prosjektledere og byantikvar. Det er forsøkt å stille kritiske og objektive spørsmål rundt artikler, vedtak, og beslutninger i de aktuelle sakene. Intervjuene har gitt tydeligere svar, redusert misforståelser, nye innfallsvinkler, og en bredere forståelse av prosessene.

Vårt ønske er å bruke den samlede informasjonen for å gi tiltakshaver støttelitteratur som styrker grunnlaget og forenkler valg av fornyingsform. Metoden har sine begrensninger grunnet tid og omfang, men fremhever manglende struktur rundt fornyingsprosessene. Oppgaven åpner opp for videre arbeid og forbedring av dagens byggenorm.

1.4 Lover og forskrifter

En rekke lover og forskrifter må overholdes når man skal gjennomføre et byggetiltak. I teksten under er det satt opp en fremstilling av de lovene og veilederne som gjelder for byggebransjen. Plan- og bygningsloven er den viktigste loven en tiltakshaver forholder seg til, men det er i forskrifter, veiledere, byggforsklader, og i Norsk Standard (NS) at man finner mer brukervennlig informasjon. Disse er utarbeidet slik at ved å følge dem møtes kravene som fremkommer av lovverket.

1.4.1 Plan- og bygningsloven (PBL)

«Plan- og bygningsloven bestemmer hvordan landets arealer skal brukes og reguleres. Arealplanlegging er viktig for at arealene skal bli brukt på en effektiv og rasjonell måte. Reglene om behandling av byggesaker skal sikre en forsvarlig utførelse og kontroll med byggearbeider. Loven stiller enkelte materielle krav til byggverk og gir hjemmel til Byggteknisk forskrift som inneholder ytterligere krav.» (1.1)

PBL regulerer byggeaktiviteten i Norge. Tiltakshaver må oppfylle de kravene som settes til søknadsprosessen og nødvendig dokumentasjon, og tiltakene det søkes om skal ikke stride med de kravene som fremkommer av loven.

Hensikten med loven er å regulere byggevirksomhet, og det er kommunen som administrerer dette arbeidet gjennom Plan- og bygningsetaten. (1.1)

1.4.2 Byggteknisk forskrift (TEK17)

«§1-1 Formål: Forskriften skal sikre at tiltak planlegges, prosjekteres og utføres ut fra hensyn til god visuell kvalitet, universell utforming og slik at tiltaket oppfyller tekniske krav til sikkerhet, miljø, helse og energi.» (1.2)

TEK17 er en forskrift til PBL som stiller overordnede funksjonskrav og ytelsesnivå til bygg og bygningsdeler ved byggeprosjekter. Funksjonskravene sier noe om hvilke nødvendige funksjoner et bygg skal ha, dette kan være krav til heis eller universell utforming.

Ytelseskravene forteller oss blant annet hvor mye energi bygget kan bruke, og hvor mye friskluft et ventilasjonsanlegg skal levere. Forskriftene sier lite om konkrete løsninger som bør velges for å møte disse kravene. Det opp til tiltakshaver og hans rådgivere å løse dette innenfor de rammene som er gitt. (1.3)

1.4.3 Byggesaksforskriften (SAK10)

«Forskrift om byggesak utfyller plan- og bygningslovens regler om byggesaksbehandling, kvalitetssikring og kontroll, om tilsyn, om godkjenning av foretak for ansvarsrett og om reaksjoner der reglene ikke er fulgt.»

Veilederen (1.4) er utarbeidet med formål om å kvalitetssikre byggesaksgangen. Den gir veiledning i hvilke tiltak som krever søknad, hvilke dokumentasjon som skal fremlegges ved søknad, hvem som kan søke, og når det skal søkes. Veilederen forteller også hvem som får lov å ha ansvar ved prosjektering, utførelse og kontroll av byggearbeid, og ved hvilke tiltak dette er nødvendig.

1.4.4 Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)

Dette er en forskrift (1.5) som beskriver krav til dokumentasjon av byggevarer som skal nyttes i et byggverk. Generelt er det krav om CE-merking på alle byggevarer som benyttes, og hvis dette ikke foreligger så skal byggevarene godkjennes iht. kapittel 3 i forskriften. Forskriften er blant annet aktuell i forbindelse med gjenbruk av materialer der CE-dokumentasjon sjeldent foreligger.

1.4.5 Kommuneplanens arealdel (KPA)

Kommunen er pliktig til å utarbeide en plan for hele kommunens arealer. Alle bestemmelsene som gjelder for dette arbeidet har hjemmel i Plan- og bygningsloven. Disse planene skal bidra til en forsvarlig fremtidig utvikling av kommunens areal. Arealplanen angir hovedtrekkene i arealdisponeringen og skal ivareta spesielle hensyn til natur, verneområder og lignende. Arealplanen skal også sørge for at infrastruktur ikke blir overbelastet; dette gjelder både teknisk og sosial infrastruktur. Det skal også foreligge et arealplankart, som viser hovedformål og hensynssoner (1.6). En mer detaljert og arealbegrenset arealplan kan utarbeides for et område innen kommunen, og kalles en *reguleringsplan*.

1.4.6 Lov om offentlige anskaffelser (anskaffelsesloven)

«Loven skal fremme effektiv bruk av samfunnets ressurser. Den skal også bidra til at det offentlige opptrer med integritet, slik at allmennheten har tillit til at offentlige anskaffelser skjer på en samfunnstjenlig måte.» (§1, formål)

I anskaffelsesloven (1.7) fremkommer det blant annet hvilke vurderinger offentlige instanser må gjøre når de går til innkjøp av materiell. Loven gjelder også når kommune eller fylkeskommune skal gå til anskaffelse av et nytt bygg. Loven peker på at det offentlige ikke har ubegrenset frihet til å velge selv, men at visse kriterier alltid skal hensyntas. I loven vektlegges det blant annet at man skal strebe etter å velge miljøvennlige løsninger, og at

livssyklus kostnader skal tas hensyn til.

§ 5. Miljø, menneskerettigheter og andre samfunnshensyn

«Statlige, fylkeskommunale og kommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal innrette sin anskaffelsespraksis slik at den bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning, og fremme klimavennlige løsninger der dette er relevant. Dette skal blant annet skje ved at oppdragsgiveren tar hensyn til livssyklus kostnader.»

1.4.7 Kulturminneloven

Kulturminneloven (1.8) har som formål å sikre at kulturarven i Norge blir ivaretatt. I forbindelse med bygninger og byggeaktivitet skal loven ivareta konstruksjoner og områder med viktig kulturhistorisk tilknytning og andre verneverdier. Ved hjelp av vern og fredning blir slike ressurser tatt vare på for fremtidige generasjoner.

Når det gjelder å fornying er det lett å se at denne prosessen har mange instanser som påvirker alt. Alle føringene kan enten tilrettelegge eller hindre planer om fornying av bygninger. Det er derfor viktig å ha en god forståelse for hvordan samspillet mellom diverse lover, og forskrifter spiller inn i de valgene som blir tatt i slike prosesser. Vurderingene som blir vedtatt vil alltid skje innenfor de offisielle rammene som er lagt ned av departementene.

1.4.8 Norsk Standard

Norsk Standard utgis av medlemsorganisasjonen Standard Norge (1.9). Dokumentene gir standardiserte veiledninger og fremgangsmåter/metoder som blant annet benyttes i byggebransjen. Organisasjonen er medlem i den europeiske moderorganisasjonen ISO, og de aller fleste standardene som utgis i Norge er basert på en europeiske felles standard som utgis av ISO. De norske versjonene har allikevel ofte en «fornorsket» tilleggsdel, der innholdet gjelder foran den europeiske versjonen på grunn av lokale forhold.

I denne oppgaven vil det bli referert til flere av disse standardene, siden disse er viktige verktøy for alle som skal planlegge og prosjektere ifm. byggetiltak.

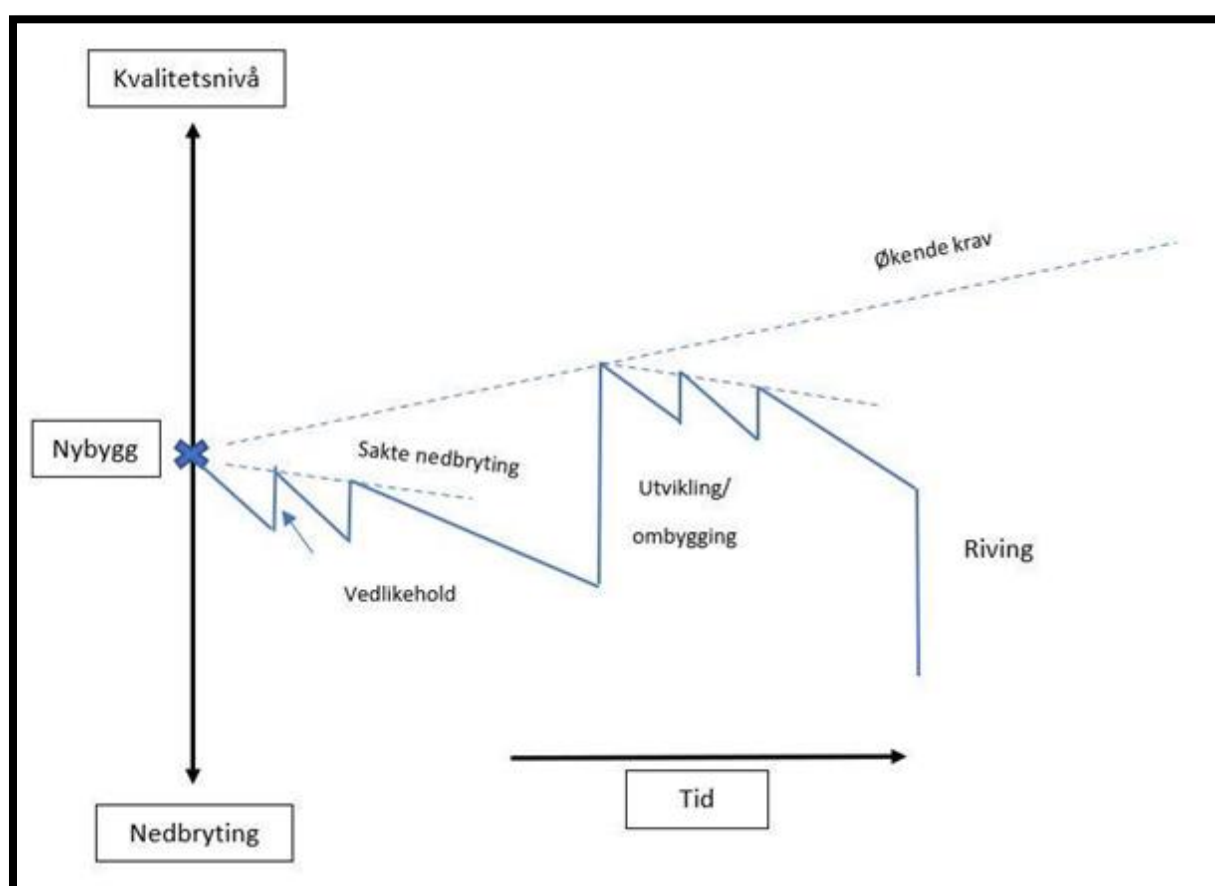
1.4.9 Byggforsk (Byggforskserien)

Byggforskserien er en dokumentserie utgitt av Byggforsk SINTEF, som er en organisasjon underlagt Direktoratet for Byggkvalitet (DIBK). SINTEF har nær tilknytning til bla. NTNU i Trondheim, og driver med forskning, rådgiving og dokumentasjon av løsninger og produkter tilknyttet byggebransjen. (1.10)

2. Teori

2.1 Valg av fornyingsform

Ifølge tall fra Statistisk sentralbyrå (SSB) finnes det ca. 4,2 millioner bygninger pr 01. januar 2020 (2.1), og dette utgjør omtrent 445 millioner kvadratmeter. Bygningsmassen består av bolig-, kontor- og industribygg mm. Gjennom årene vil bygningsmassen gradvis slites ned, bli utdatert og nærme seg slutten av sin bruks- og levetid. Tiden vil da være inne for å vurdere tiltak som enten vil gi nytt liv til bygget, eller erstatte det med noe nytt. Det er ulike faktorer som påvirker denne levetiden, det kan være stadig økende krav til byggets funksjonalitet, skader og kvaliteten på utførelse, eller endringer i hvordan den brukes. Dette er en naturlig og uunngåelig del av alle bygningers livssyklus. Når bygninger når denne fasen i sitt livsløp og ikke lengre tilfredsstillende de økende kravene, er det da aktuelt å vurdere veien videre. Under i figur 1 er det mulig visuelt å se den stadig økende forskjellen mellom krav og tilstanden til bygget etter hvert som årene går.



Figur 1: Livsløpet til en bygning (Tilpasning: Søgner 2019)

Det foreligger som regel en langsiktig strategi for videre utvikling av den aktuelle bygningen. Strategien bør inneholde visjon og mål for den langsiktige utviklingen, i tillegg til hvilke krav byggeieren stiller til det tekniske og funksjonelle ved bygget. Neste steg vil da være en kartlegging basert på forutsetningene til byggeier. Slik kartleggingsprosess tar gjerne for seg

behovs identifisering ved hjelp av mulighetsstudie eller behovsanalyse, analyse og registrering av byggets tilstand og lønnsomhetsvurderinger. Denne prosessen vil da føre frem til valg av en fornyingsform. (2.2) Viktige faktorer det må tas hensyn til ved fornying: (2.3)

- Vernehensyn/arkitektoniske verdier
- Funksjonalitet
- Teknisk tilstand
- Alder
- Reguleringshensyn
- Lønnsomhet

2.1.1 Fornyingsformer

Det er tre typer fornyingsformer som er gjeldende ved fornying av bygningsmassen: verdibevarende vedlikehold, ombygging og riving/nybygg. Det er heller ikke uvanlig å ta i bruk en kombinasjon av disse tre fornyingsformene.

Verdibevarende vedlikehold er større vedlikeholds-operasjoner og utviklingstiltak som er igangsatt med hensikt å ivareta og eventuelt heve byggets standard. Til tross for at det gjennomføres periodisk vedlikehold vil standarden synke, og bygget vil akkumulere et vedlikeholdsetterslep over tid (figur 1). Når vedlikeholdsetterslepet er blitt for stort vil det ikke lengre være mulig med en optimal drift av bygget. Med verdibevarende vedlikehold kan man oppgradere bygget til en minimumsstandard etter behov. Standarden kan heves ytterligere gjennom ombygging (2.4).

Ombygging og rehabilitering er større bygningsmessige tiltak som utføres for å utbedre, forvandle, eller oppgradere eldre og ofte nedslitte bygninger. Ombygging omtales også som rehabilitering og gjennomføres på hele eller deler av bygget. Er ombyggingen omfattende nok, det vil si omfatter store deler eller hele bygget, omtales det som hovedombygging. Dette vurderes etter kommunens skjønn. (2.5) Tiltakene gjennomføres for å tilpasse bygninger til nye funksjon som endret bruk, bedre arealutnyttelse, og mer effektiv drift. Det er også vanlig å fikse feil, mangler, og skader fra forsømt vedlikehold under en slik ombygging. Ombygging kan for eksempel være å forvandle et industribygg til kontorbygg, fornying av alle installasjoner, eller restaurering og tilbakeføring av eldre bygg. (2.6) Fordelen med ombygging er at det kan gjennomføres trinnvis. Det vil si at bygget kan driftes som normalt mens deler av bygget er under ombygging. Men dette krever nøye planlegging og er både kostnads- og tidskrevende.

Nybygg som fornyingsform innebærer at eksisterende bygningsmasse rives for å bli erstattet med et nytt bygg. Det nye bygget vil være i stand til å møte dagens krav, samt nyere krav satt av myndighetene. Byggherren vil ha muligheten til å skreddersy løsninger som ellers ikke hadde vært mulig i å få til ved en ombygging. Dersom man velger å bygge nytt, gir dette også muligheten til å utnytte tomten på en bedre måte.

2.2 Teknisk tilstand

2.2.1 Byggets tekniske tilstand

Bygningens tekniske tilstand forteller om hvilken forfatning bygget er i. Dette gjelder byggets helhet og individuelle bygningsdeler som bærekonstruksjonen, vinduer, innvendige takhøyder, tekniske installasjoner (el- og brannanlegg, VVS) mm.

En bygning vil alltid ha et sett med kvantifiserbare data, eksempelvis informasjon om kotehøyder, utnyttelsesgrad på tomt, veggtykkelser, innvendige arealer og volum. Vanligvis er det ikke et problem å skaffe seg en oversikt på dette ved å gjøre målinger eller studere tegninger. Andre data er det større usikkerhet ved. Dette gjelder for *tilstanden* til bygningsdelene, for eksempel en veggkonstruksjon med råteskader. Ved kartlegging av bygningens tilstand finnes det likevel metoder som kan anvendes for å fastslå og dokumentere slik data. Dette gjøres i en teknisk tilstandsanalyse, som er et viktig trinn i valg av fornyingsform. Det er vanlig å oppsummere tilstandsanalysen i en rapport som skrives basert på dataene som kommer frem av analysen.

2.2.2 Teknisk tilstandsanalyse

En tilstandsanalyse er verktøy som brukes for å vurdere og fastslå tilstanden til et bygg på nåværende tidspunkt. Dette innebærer en systematisk gjennomgang av bygningsdeler der en kartlegger feil, skader, og mangler som fremkommer i forhold til myndighetskrav og brukerbehov. Tilstandsanalysen er i tillegg et nyttig redskap som kan benyttes når man ønsker å gjennomføre en kartlegging av miljøfarlige stoffer eller konsekvenser av et fredningsvedtak.

En tilstandsanalyse brukes som regel i forbindelse med planlegging av vedlikehold eller fornying av bygningsmassen. Den gjennomføres ofte i forkant av et prosjekteringsarbeid, der hensikten er å skaffe seg en oversikt og et vurderingsgrunnlag for videre planlegging av byggeprosjektet. Samlet sett kan dette også brukes til å estimere kostnader og tidsbruk ved prosjektet.

Gjennomføringen av tilstandsanalysen er blitt standardisert i «NS 3424: Tilstandsanalyse av byggverk - Innhold og gjennomføring». Standarden legger føringer for en systematisk prosedyre for rapportering av byggets tilstand. En tilstandsanalyse utføres vanligvis av en fagkyndig; det vil si en person med relevant kompetanse og erfaring. Eksempelvis en byggmester, tekniker eller en ingeniør. Siden det er flere ulike fagområder, er det ikke uvanlig at det på større bygg må hentes inn kompetanse fra disse. En rapport som er utarbeidet av ulike fagkyndige vil gi en mer utfyllende helhetsinntrykk av byggets tilstand. (2.7)

2.2.3 Analyse- og referansenivå

Tilstandsanalysen kan utføres på 3 ulike nivå, og er gjerne tilpasset formålet den skal brukes til. Registreringene og vurderingene i analysen blir mer omfattende og detaljert jo høyere nivå en velger å bruke. Derfor kan man påstå at det kreves mer omfattende kompetanse og krav til nøyaktighet fra den som utfører analyser på et høyere nivå. (2.7, s.6)

Nivå 1: Brukes ved rutineinspeksjoner, og for kartlegging av nødvendig vedlikehold og reparasjoner. Den gir grove kostnadsoverslag. Analysene baserer seg stort sett på visuelle observasjoner og målinger, i tillegg til innhenting av relevant dokumentasjon.

Nivå 2: Brukes gjerne ved planlegging av ombygging, for å vurdere omfang og årsak til skader. Analysen er mer detaljert enn på nivå 1, og her blir bygningsdata som tegninger og beskrivelser gjennomgått nøye. Registreringer og målinger er mer omfattende; man gjør gjerne destruktive inngrep i vegger og tak for å se etter fuktskader og sopp/råte. I tillegg gjennomføres en kvalitativ risikoanalyse for å kunne fastsette en mer nøyaktig konsekvensgrad.

Nivå 3: Brukes ved større ombyggings- og rehabiliteringsprosjekter som et ledd i prosjekteringsfasen. Vurderinger gjort på nivå 3 omfatter ikke bare bygg og bygningsdeler, men også spesielle problemstillinger. Målinger og registreringer er svært nøyaktige og det tas prøver av materialer for å eksempelvis kunne bestemme fasthet i betong, fuktinnhold i treverk, eller for å avdekke miljøgiftige stoffer. Denne type prøvetaking gjøres ved fysiske inngrep i konstruksjonen, og prøvene analyseres gjerne ved et laboratorium.

Analysen systematiserer og klassifiserer bygningsdeler etter valgt referansenivå. Et *referansenivå* er et forhåndsdefinert nivå som brukes ved sammenligning av dagens tilstand. Referansenivået kan være krav fra myndigheter som fremkommer av lover og forskrifter, fra tiltakshaver, eller andre bruker- og funksjonskrav. Analysen kan vurdere den tekniske-, estetiske- og funksjonelle tilstanden, ved å karakterisere bygningsdeler basert på *tilstandsgrad* (TG) og *konsekvensgrad* (KG) (2.7, s. 8-9).

Det blir vurdert og fastsatt TG og KG ved alle analysenivå.

Tilstandsgrader

Tilstandsgrad	Tilstand ift. referansenivå	Beskrivelse
TG 0	Ingen avvik	Ingen symptomer. Tilsvare referansenivå.
TG 1	Mindre eller moderate avvik	Normal slitasje, mindre avvik og mangler ift. referansenivå.
TG 2	Vesentlig avvik	Sterkt nedslitt eller vesentlig skadet
TG 3	Stort eller alvorlig avvik	Totalt eller nært forestående funksjonssvikt. Fare for liv og helse.
TG IU	Ikke undersøkt	Ikke tilgjengelig for inspeksjon og mangler dokumentasjon. Behov for mer omfattende undersøkelse.

Konsekvensgrader

Konsekvensgrad KG	Beskrivelse
KG 0	Ingen konsekvenser
KG 1	Små og middels konsekvenser
KG 2	Vesentlig konsekvenser
KG 3	Store og alvorlige konsekvenser

2.2.4 Tilstandsrapport

Etter tilstandsregistreringen og -analysen er gjennomført, brukes den som grunnlag for å utarbeide en tilstandsrapport. En slik rapport kan inneholde opplysninger om eiendommen, tilstand, og kostnadsestimater for store kostnadsbærere. I tillegg fremkommer registreringsnivå, konsekvens-vurderinger, og forslag til nødvendige tiltak. Selve rapporten bør utarbeides slik at innholdet kan leses og forstås uavhengig av faglig bakgrunn (2.7, s. 11).

2.2.5 Bygningsdelstabeller

NS 3451 Bygningsdelstabeller er en systematisk inndeling av de ulike bygningsdelene, fordelt på hovedkategori og underkategori. Dette systemet brukes i alt fra prosjekteringsarbeid, anbud, kontrakter og tilstandsanalyser (2.8).

Bygningsdelstabellene er inndelt i 6 bygnings- og installasjonsdeler (sifrene 2-7). Under vises et utdrag av de kategoriene som fremkommer i tabellen. Klammeparentesene [...] henviser til nummereringen i standarden. Ved å bruke og ha kjennskap til denne systematiseringen av bygningsdelene, vil man lettere kunne kommunisere med andre aktører i byggebransjen som forholder seg til det samme systemet.

Bygning [2]	Grunn og fundamenter [21]
	Bæresystemer [22]
	Yttervegger [23]
	Innervegger [24]
	Dekker [25]
	Yttertak [26]

2.3 Funksjonalitet og behov

2.3.1 Funksjonalitet

En bygnings *funksjonalitet* eller dens *egnethet*, er de egenskapene et bygg har i forhold til behovene til kjernevirksomheten som benytter seg av bygget. I tillegg er det evnen til å kunne bruke det tekniske anlegget på en hensiktsmessig måte ved drift av bygget. Funksjonalitet og egnethet handler om brukskvalitet, altså hvorvidt bygningen kan hjelpe brukerne å oppnå sine mål ved å bidra til effektiv drift for kjernevirksomheten og støttefunksjonene (2.9).

I kontorbygninger er funksjonaliteten også knyttet til utformingen av omgivelsene. Det betyr at endringer i teknologi, organisasjonsstruktur, og arbeidsform kan ofte føre til endringer i fysiske omgivelser. I slike tilfeller kan endring av planløsning gi nye muligheter. Byggforsk (2.10) legger frem tre hovedtyper kontorløsninger, valg av kontorløsning er avhengig av arbeidsmåte:

Universelle kontorløsninger eller arbeidsplasser gir større grad av funksjonell fleksibilitet ved omorganisering og flytting av folk i bygget. Cellekontor er et typisk eksempel på dette.

Gruppe- prosjektbasert kontorløsning er en utforming som støtter samarbeid og kommunikasjon i grupper, men også individuelt arbeid.

Aktivitetsbasert kontorløsninger har flere typer rom og arbeidsplassløsninger tilpasset ulike typer arbeidsoppgaver

Funksjonaliteten er med på å påvirke byggets levetid, og med smartere og fremtidsrettet planlegging er det mulig å sikre god tilpasningsevne ved videreutvikling av bygget og ved behovsendringer.

2.3.2 Tilpasningsdyktighet – generalitet, fleksibilitet og elastisitet

Egenskapen en bygning har til å tilpasse seg endringsbehov over tid kalles *tilpasningsdyktighet*. I nyere tid har fokuset på løsninger og bygninger som er tilpasningsdyktige økt. Dette er spesielt gjeldende for kontorbygninger på grunn av deres dynamiske natur. Endringer i samfunnet, markedet og utvikling av teknologi fører til endringer i behovet til bedrifter og organisasjoner. Bygninger med god tilpasningsdyktighet, vil gi lavere ombyggingskostnader ved behov- og bruksendringer. For å sikre god tilpasningsevne i bygninger bør dette planlegges og tilrettelegges for tidlig i prosjekteringsfasen. Det blir dermed mulig å forlenge bygningers funksjonelle levetid ved fornying og utvikling, noe som forsterker dens evne til å imøtekomme nye krav ved et senere tidspunkt (2.112.10).

Tilpasningsdyktigheten er et tredelt begrep og er en kombinasjon av prinsippene *elastisitet*, *generalitet* og *fleksibilitet*. Prinsippene forteller noe om byggets utviklingspotensial, verdi over lengre tid, eller dens evne til å tilpasse seg skiftende krav og behov til byggets funksjonalitet. I følge Byggordboka.no kan definisjon på de tre prinsippene variere: «*Begrepene er foreløpig ikke standardisert, og har blitt noe ulikt definert av forskjellige brukere.*» (2.12). I oppgaven er det brukt en prosjektrapport fra Byggforsk som definerer begrepene.

Generalitet er byggets evne til å møte skiftende krav *uten å forandre egenskaper*. Dette kan tolkes som bygningens evne til å tilfredsstille ulike funksjonelle bruker krav uten behovet for bygningsmessige eller tekniske tiltak.

Fleksibilitet er byggets evne til å møte skiftende krav *gjennom å forandre egenskaper*. Dette kan tolkes som muligheten til å gjennomføre bygningsmessige og tekniske endringer i bygningen med minimale kostnader og forstyrrelser for pågående drift.

Elastisitet er muligheten til å *øke eller redusere bruksareal* i en bygning. Dette kan gjøres med påbygg eller tilbygg (2.132.13).

2.3.3 Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet

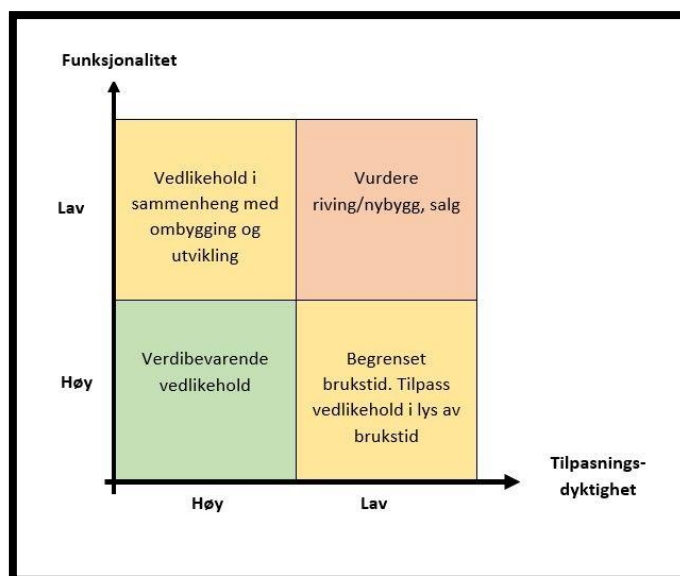
Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet kan sees på som to sider av samme sak.

Kombinasjonen av dem gir uttrykk for utviklingspotensialet og verdien til en bygning på lengre sikt. Ved planlegging av vedlikeholds- og utviklingsstrategi brukes sammenhengen mellom funksjonalitet og tilpasningsdyktighet til å vurdere passende fornyingsform. Figuren under viser hvilken fornyingsform som kan være aktuell ved høy og lav funksjonalitet eller tilpasningsdyktighet.

Har bygget *høy funksjonalitet og tilpasningsdyktighet*, kan en si at bygget godt egnet til å møte nye krav. Her kan det være godt nok med større vedlikeholds operasjoner for å opprettholde standarden.

Med *lav funksjonalitet og tilpasningsdyktighet* er bygget begrenset i sine muligheter og hva en kan gjøre for å sette den i stand. Her bør riving vurderes.

I bygninger med *lav funksjonalitet og høy tilpasningsdyktighet* finnes det muligheter for å gjøre tilpasninger til bygget som kan bli lønnsomme på lang sikt. I bygninger der situasjonen er det motsatte, er bygget bedre egnet for dagens drift, men er kostnadskrevenende å videreutvikle ved et endret behov (2.14).



Figur 2: Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet (Tilpasning: Byggordboka)

2.3.4 Levetid

Å forlenge levetiden til en bygning er ønskelig i de fleste tilfeller. Levetiden til et bygg og dets bygningsdeler, påvirkes av en rekke faktorer. Det er derfor hensiktsmessig å forklare noen nøkkelbegrep som skal gi bedre forståelse av utfordringer og vurderinger knyttet til valg av fornyingsform.

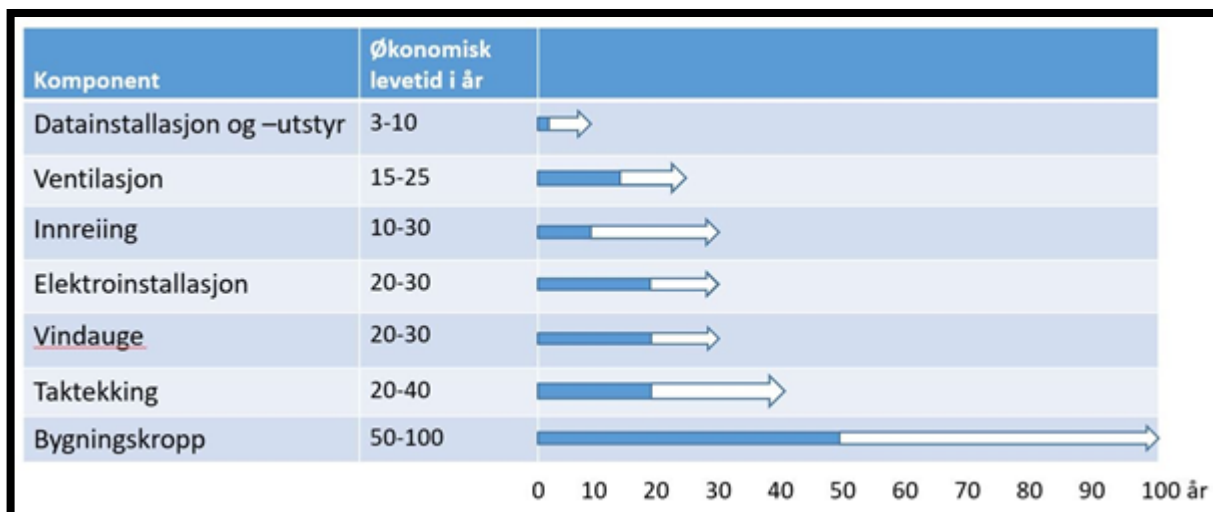
Ifølge Byggforsk er levetiden den tiden bygningen eller deler av bygningen oppfyller krav til ønsket funksjon (2.15). Med andre ord er ikke levetiden absolutt, men noe som kan variere kraftig. Det er hensiktsmessig å skille mellom to begreper, levetid og brukstid. *Brukstid* er bygningens totale levetid frem til riving eller større ombygging. Når det er snakk om *levetid*, er det bygningens funksjonalitet og hvordan den oppfyller brukernes krav. Levetiden kan videre deles inn i fire underkategorier. Her finner man funksjonell-, teknisk-, estetisk-, og økonomisk levetid (2.16).

Funksjonell levetid tar utgangspunkt i stadig økende krav fra brukerne og myndighetene. Levetiden til bygningsdelene bestemmes av hvor godt de dekker opprinnelige krav til funksjon eller endret brukerkrav, uavhengig av sin tekniske tilstand. Den funksjonelle levetiden for bygningsdeler kan eksempelvis inntreffe ved bytting av leietakere eller endringer i kjernevirksomheten. Ønsker om å endre eller forbedre planløsning fører som regel til utskifting av bygningsdeler før den tekniske levetiden er nådd.

Teknisk levetid for bygningsdeler og tekniske installasjoner er den tiden det tar før de er slitt ut, forfaller eller er ødelagt. Det er forutsatt at installasjoner og bygningsdeler er brukt riktig for å oppnå best mulig levetid. Den tekniske levetiden påvirkes av kvalitet på materialet, design, utførelse, eksponering til miljø, bruksbelastning og vedlikehold. Med slike installasjoner og bygningsdeler er ikke lengst levetid målet, men heller å kunne opprettholde en fornuftig og sikker stand gjennom levetiden.

Estetisk levetid er knyttet til en bygningsdels estetikk, og tar ikke nødvendigvis hensyn til den tekniske eller funksjonelle levetiden. Den estiske levetiden kan variere med trender, design og vedlikehold. Levetiden er oftest basert på subjektive vurderinger av stygge eller sjenerende overflater.

Økonomisk levetid tilsvarer den reelle levetiden til bygningsdeler, og er det optimale tidsspennet før utskifting blir nødvendig. Den overskrider ikke den tekniske levetiden. Gitt at en bygningsdel ikke skiftes ut av andre grunner vil den økonomiske levetiden være nådd når totaløkonomien ved å beholde og vedlikeholde det er mindre gunstig enn utskifting med en tilsvarende del (2.16).

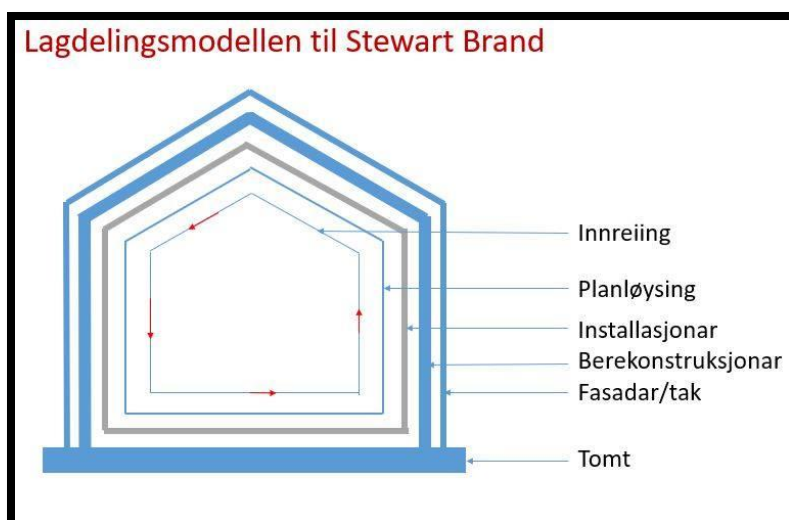


Figur 3: Økonomisk levetid (Søgnen 2019)

2.3.5 Lagdelingsmodellen

Bygninger er sammensatte konstruksjoner der ulike bygningsdeler har forskjellig levetid. Av hensyn til dette er det viktig med god planlegging for å opprettholde og i noen tilfeller forlenge levetiden. Slik planlegging er med på å skape et godt grunnlag for riktig forvaltning, drift, vedlikehold og videreutvikling av bygget. Ettersom de ulike delene har forskjellig levetid er det hensiktsmessig å planlegge for dette, slik at en unngår at bygningsdeler med lang levetid må fjernes eller demonteres for å komme til bygningsdeler med kort levetid. Et bygg bør derfor planlegges i lag (2.17).

Stewart Brand har gitt ut boken «How Buildings Learn: What Happens After They're Built» i 1994. I boken presenterer Brand Lagdelingsmodellen eller «Shearing layers», et konsept oppfunnet av arkitekten Frank Duffy. Lagdelingsmodellen illustrerer hvordan bygningsdeler/-komponenter tilpasses og utvikles gjennom livsløpet. Brand mener at alle bygninger kan deles inn i de seks lagene: tomt, fasade, bærekonstruksjoner, installasjoner, planløsning og innredning. Denne lagdelingen gir en illustrativ indikasjon på bygningsdelens levetid og dens *rigiditet* (2.17).



Figur 4: Lagdelingsmodellen (Søgnen 2019)

Bildet over viser de forskjellige lagene i modellen, hvor de ulike tykkelsene representerer levetiden. Tomten som er illustrert med den tykkeste streken, er det laget med lengst levetid og skiftes ikke ut. På motsatt ende av skalaen finner vi for eksempel innredningen som skiftes ut hyppigere og har derfor en kortere levetid. Det er vanligere å skifte ut innredning og installasjoner, eller endre planløsning flere ganger i byggets livsløp. Dette kommer av endrede behov hos brukerne, teknologisk utvikling, og strengere krav fra myndighetene.

2.4 Økonomi

Som eiendomsforvalter og beslutningstaker i byggesaker er det av interesse å få en innsikt i prosjektets totaløkonomiske konsekvenser, slik at man gjøre beslutninger basert på en forståelse av hva prosjektet vil koste gjennom sin levetid. Når det skal gjøres en vurdering av de totale livsløpskostnadene som knytter seg til et bygg er det nødvendig å analysere investeringskostnadene i byggeprosjektet og sammenholde disse med kostnader som er knyttet til drift, vedlikehold og utvikling gjennom hele byggets levetid.

2.4.1 Byggets livsløpsøkonomi

Hvilke løsninger som velges for et prosjekt vil alltid avhenge av ressurser en har tilgjengelig. Kommunen eller fylkeskommunen må derfor vite hvor mye kapital som må bevilges til de forskjellige prosjektene og budsjettere for dette. På basis av denne informasjonen kan kommunen gjøre valg som i størst mulig grad imøtegår målsetninger som er forbundet med byggene som disponeres. Slike målsetninger kan for eksempel være et godt skoletilbud, smarte administrasjonsbygg, eller bærekraftige løsninger i planlagte byggeprosjekter.

Av praktiske årsaker deles kostnadene vanligvis inn i to separate kostnadskategorier. I den første finner vi det som kalles investeringskostnader, som oppstår i løpet av byggeprosjektet fra planleggings- og prosjekteringsfasen, til bygget er ferdig bygget og klart for bruk. I den andre kategorien finner man kostnadene som er knyttet til driften, vedlikeholdet og utviklingen av bygget etter at det er tatt i bruk. Man har et stadig økende fokus på at bygget skal være fornuftig planlagt slik at vedlikehold og drift ikke blir mer kostbart enn nødvendig. Som beskrevet i kapittelet om funksjonalitet er det også ønskelig at bygg kan tilpasses nye krav og funksjoner etter hvert som disse endrer seg med tiden. Man er altså interessert i å optimalisere funksjonaliteten i bygget, samtidig som kostnadene holdes så lave som mulig. En vellykket evaluering av forskjellige fornyingsalternativ avhenger derfor av at man finner en fornuftig balanse mellom investeringskostnadene og FDVU-kostnadene

Det finnes flere standarder som beskriver metoder og forslag til kontoplaner og budsjettering. Til selve byggeprosjektet benyttes NS 3453. Dette er en standard som bidrar til å hjelpe prosjektleder med kalkulasjon og prissetting, budsjettering, strukturering av prosjektdokumenter, etterkalkulering og bygge- og prosjektrengskap (2.18). Kostnader som oppstår i denne fasen kalles vanligvis *investeringskostnader* eller *prosjektkostnader* (2.19). Disse kostnadene oppstår i løpet av byggeprosessen, og er relativt enkle å skaffe seg en oversikt på så lenge man vet hva som skal bygges. Slike kostnader er blant annet knyttet til prosjektering, drift av byggeplass, materialkostnader og vederlag til entreprenør. I arbeid med kostnadskalkyler og prosjekteringsarbeid benyttes også NS 3451 som gir en oversikt på de bygningsdelstabellene som benyttes i bygg- og anleggsbransjen. Den mest sentrale standarden i dette kapittelet er allikevel NS 3454. Denne standarden gir en innføring i metoder og begreper som benyttes når man skal beregne prosjektets *livssyklus-kostnader*.

2.4.2 Metodikk basert på NS 3454

Metodene er standardisert gjennom NS 3454, som viser kalkulasjonsmetodikk og kostnadsoppstilling ved beregning av livssyklus-kostnader. I tillegg definerer standarden både poster og begreper som benyttes når man skal stille opp en kontoplan for budsjettering av kostnader. Kalkulasjonsmetodikken som benyttes i standarden bygger på nåverdimetoden og gjør det mulig å regne seg frem til en diskontert pengesum som viser hva byggets kostnader gjennom hele livsløpet beløper seg til på investeringstidspunktet (2.20).

I standarden vises det til to bruksområder for metodene:

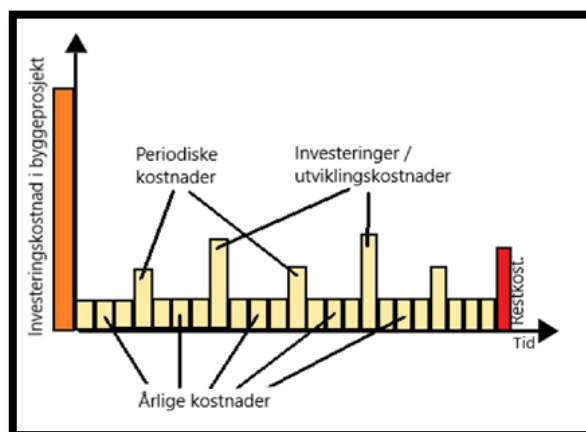
1) Den første er «*analyser i forbindelse med prosjektutvikling, programmering, prosjektering og bygging/ombygging*». Der hensikten er å gjøre kalkulasjoner av prosjektets totale kostnader (eventuelt for bygningsdeler), og på den måten synliggjøre de totale økonomiske konsekvensene for valgte løsninger. Dette brukes til å vurdere alternative løsninger, alternative materialer og komponenter, eller alternative detaljutforminger mot hverandre.

2) Det andre bruksområdet gjelder «*kostnadsføring i bruksfasen*». Som handler om å registrere faktiske kostnader i bruksfasen og på den måten samle erfaringstall. Disse tallene er viktige om man ønsker å drive med benchmarking for drift, vedlikehold eller andre kostnader som oppstår gjennom livsløpet til et bygg.

Sentrale begrep som anvendes i NS 3454

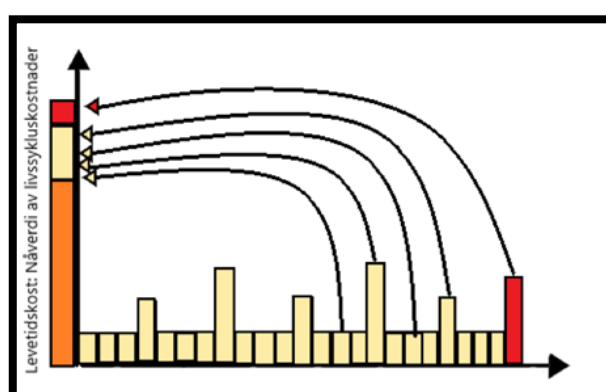
Investerings-/prosjektkostnad	Er summen av investeringskostnadene som benyttes i byggeprosjektet inntil det er ferdigstilt. Her inngår alt av materialkostnader, drift av byggeplass, byggearbeid og vederlag til entreprenør. Ved festeavgift skal man inkludere nåverdien av festeavgiften i prosjektkostnaden.
Levetidskostnad	Er summen av alle kostnader knyttet til drift og vedlikehold beregnet som nåverdi, sammenholdt med prosjektkostnad.
Årskostnad	Er annuiteten av levetidskostnaden. Det vil si levetidskostnaden per år fordelt på byggets levetid.
Årlige kostnader	Er alle kostnader knyttet til drift og vedlikehold av et bygg i et gitt år.
Kalkulasjonsrente	Også kalt diskonteringsrente eller realrente. Denne renten er basert på lånerenten man har i prosjektet, men tar også hensyn prisvekstindeks og inflasjon, samt risiko.
Nåverdi	Ved å regne nåverdien av en pengesum tar man hensyn til at en sum med penger i fremtiden har mindre verdi enn en lik sum i dag på grunn av inflasjon. Når man regner nåverdien av en pengesum kalles dette å <i>diskontere</i> , og den renten man bruker kalles <i>diskonteringsrenten</i> eller <i>realrenten</i> .
Restkostnad	Er avhendingskostnaden som oppstår når et bygg skal rives eller selges. Ved salg vil denne kostnaden være negativ. Restkostnaden skal diskonteres til år 0 (begynnelsen av 1. året) ved analyse av livssyklus kostnadene.
Livssyklus kostnader	Er alle kostnader knyttet til et byggverk som oppstår gjennom hele byggets brukstid inkludert prosjektkostnad.
Forvaltningskostnader	Er alle kostnader som oppstår uavhengig av driften i bygget. Dette er typiske skatter og avgifter til det offentlige, i tillegg til forsikringer og lønn til administrasjon.
Driftskostnader	Oppstår i forbindelse med driften av bygget. Her er de største postene knyttet til renhold, drift av tekniske anlegg og energibruk.
Vedlikeholdskostnader	Er alle kostnader som er knyttet til vedlikeholds-virksomhet som har til hensikt å opprettholde byggets funksjon og den fastsatte kvaliteten på bygningsdeler. NB: Det går et grensesnitt mellom drifts- og vedlikeholdskostnader; alle reparasjoner av uforutsette skader (som hærverk ol.) skal føres som en driftskostnad. Rutinemessig service på tekniske anlegg som VVS-anlegg skal føres som vedlikeholdskostnader.
Risiko	En generell definisjon er at risiko øker med sannsynlighet og konsekvens for et utfall. Ved et byggeprosjekt er det en rekke mer eller mindre kjente risikofaktorer som bør vektlegges når man skal gjøre en investeringskalkulasjon. Ved utregning av kalkulasjonsrenten ser man på differansen mellom generell prisstigning og lånerenten i prosjektet. Lånerenten er som regel kjent, mens prisstigningen er det større usikkerhet ved. Det er også usikkerhet ved selve kostnadene, spesielt de som oppstår i forbindelse med drift og vedlikehold, da disse kan endre seg med tiden. Det bør vektlegges identifisere de risikofaktorene som vil gi de største utslagene.
Følsomhetsanalyse	For å finne faktorene som gir størst utslag på kalkylen kan det være nyttig å endre på de forskjellige parameterne og se på de forskjellige utfallene man får i henhold til livssyklus kostnadene.

Fig 5. Ved investeringstidspunktet (t_0) oppstår alle investeringskostnadene. De årlige kostnadene er kostnader som oppstår på grunn av drift og vedlikehold i bygget. Det vil også påløpe periodiske kostnader ved større vedlikeholdsprosjekt, samt utviklingskostnader når bygget har behov for funksjonsendring. Siste søylen i diagrammet viser restkostnaden (avhendingskostnad) som oppstår ved rivning eller salg.



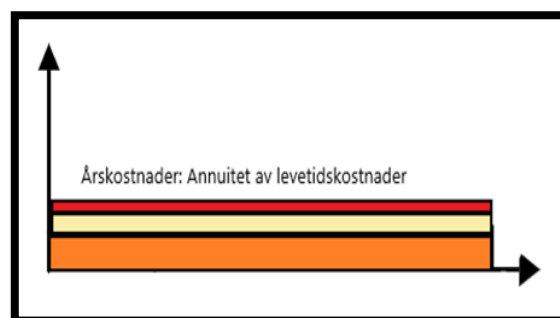
Figur 5: Investeringskostnad og årlige kostnader (Tilpasning: NS 3454)

Fig 6. Viser hvordan alle kostnadene diskonteres tilbake til investeringstidspunktet. Dette gjøres for å kunne sammenligne flere ulike alternative byggeprosjekt mot hverandre. Et relativt stort investeringsbeløp kan resultere i lave årlige kostnader, og et lavere investeringsbeløp kan resultere i høyere årlige kostnader. Ved å gjøre denne beregningen vil man få et svar på hvilket prosjekt som i realiteten er det minst kostbare.



Figur 6: Nåverdi (Tilpasning: NS 3454)

Fig 7. Årskostnader er alle de diskonterte livssyklus-kostnadene fordelt på hele byggets levetid. Disse viser hvor mye kapital man må ha tilgjengelig per år for å kunne drifte bygget. Denne summen sier oss også noe om hvor høyt man f.eks. bør sette leieprisen om man har utleie av arealer i bygget. Årskostnader må ikke forveksles med «årlige kostnader» (2.21).



Figur 7: Årskostnader (Tilpasning: NS 3454)

Benchmarking for bygningsdeler

Man bruker erfaringstall/nøkkeltall når hensikten er å knytte kostnader til de løsningene man velger. De kostnadene som oppstår umiddelbart ved investering har man ofte god kontroll på, mens kostnader som oppstår i forbindelse med drift og vedlikehold av bygget er det vanskeligere å kostnadsberegne. For at resultatene av en slik analyse skal oppnå en høy grad av pålitelighet må nøkkeltallene som anvendes også være pålitelige. En større organisasjon som driver med eiendomsforvaltning, vil ofte samle data fra egen drift og føre disse i egne databaser. Rådgivere og leverandører kan også være med på å bidra med nøkkeltall dersom tiltakshaver mangler disse.

2.5 Bærekraft

2.5.1 Bærekraftig utvikling

Bærekraft er et sentralt tema som nå er i ferd med å prege all bygg- og anleggsaktivitet. Det er derfor viktig å ha forståelse for hva dette betyr, hvorfor det er viktig, og hvilke effekter det har på byggenæringen. Bærekraft er et svært omfattende tema, men målet her er å gi en kortfattet oversikt av emnet, samt hvilken rolle bærekraft bør ha ved fornying av eksisterende bygninger.

Dersom en begynner med det globale fokuset, er FN en stor pådriver for bærekraft. FN deler begrepet opp i de tre dimensjonene økonomi, miljø og sosiale forhold. (2.22 «*bærekraftig utvikling*») Det er med fokus på disse dimensjonene at FN har utarbeidet bærekraftsmålene. (2.23) Oppgaven tar for seg noen av målene til FN sett opp mot det nasjonale fokuset.

Økonomisk bærekraft handler om å sikre at økonomisk utvikling ikke skjer på bekostning av ressursene og fremtidig utvikling.

Miljørettet bærekraft omhandler den økte ressursbruken og hvordan dette påvirker klimaet gjennom CO2 utslipp sett opp imot global oppvarming. Det innebærer også miljøpåvirkninger og hvordan avfall håndteres. Alt dette er viktig mot målet om et lavutslippssamfunn.

Bærekraftige sosiale forhold handler om å sikre rettferdighet i samfunnet. Dette med tanke på menneskerettighetene, som legger til grunn rett til utdanning, likestilling med mer. (2.24)

For videre arbeid med oppgaven blir de sosiale forholdene mindre relevant, da fokuset vil være på økonomisk- og miljørettet bærekraft.

2.5.2 Nasjonalt fokus

Den norske stat har i grunnloven en egen paragraf som sikrer individet et godt miljø og natur i dag og i fremtiden.

«§ 112.

Enhver har rett til et miljø som sikrer helsen, og til en natur der produksjonsevne og mangfold bevares. Naturens ressurser skal disponeres ut fra en langsiktig og allsidig betraktning som ivaretar denne rett også for etterslekten.

Borgerne har rett til kunnskap om naturmiljøets tilstand og om virkningene av planlagte og iverksatte inngrep i naturen, slik at de kan ivareta den rett de har etter foregående ledd.

Statens myndigheter skal iverksette tiltak som gjennomfører disse grunnsetninger.» (2.25)

Dette kan tolkes som en kjøreregel for det norske samfunnet, som legger føringer for all virksomhet, også byggenæringen. Ved å ha en grunnlovsparagraf til grunn, blir det lettere å omstille næringen mot det grønne skiftet. Anskaffelsesloven §5 sier også noe om at offentlige foretak skal ta miljøhensyn ved anskaffelser.

«§5

Statlige, fylkeskommunale og kommunale myndigheter og offentligrettslige organer skal innrette sin anskaffelsespraksis slik at den bidrar til å redusere skadelig miljøpåvirkning, og fremme klimavennlige løsninger der dette er relevant. Dette skal blant annet skje ved at oppdragsgiveren tar hensyn til livssyklus-kostnader.

Virkingen av grunnloven kan en se igjen i Plan- og bygningslovens formål (2.26). Det første leddet omhandler bærekraftig utvikling, og viser viktigheten av omstilling i næringen. Det finnes små og store aktører som allerede prøver å forbedre og utvikle byggenormene for å være mer i tråd med denne tenkemåten. Næringslivets hovedorganisasjon (NHO) har utgitt artikkelen «Bedriftene må også være bærekraftige», som omhandler de tre dimensjonene til FN. Videre arbeider NHO sammen med skoler og universiteter, private foretak, og andre organisasjoner som Grønn Byggallianse og Bygg21. Jobben de gjør sammen for en bærekraftig fremtid understøtter viktigheten av lovgivning og klare føringer fra staten.

Bygg21 er et bindeledd mellom det private og offentlige innenfor byggenæringen. Formålet er å utvikle og forbedre bransjens potensiale for produktivitet, men også bærekraft (2.27).

Grønn Byggallianse er et frivillig samarbeidsprosjekt for alle deler av byggenæringen. Målet er blant annet å fremme kunnskap, dele erfaringer, og være «en interesseorganisasjon for økt bærekraft overfor myndighetene ved utforming av nye rammebetingelser». Videre er noen av fokusområdene deres reduksjon av klimagasser, avfall, ressursbruk mm (2.28).

2.5.3 Sirkulærøkonomi

Sirkulærøkonomi er et begrep som har mer aktuelt de siste årene i forbindelse med et økende fokus på miljøhensyn og bærekraftige løsninger. Sirkulærøkonomi er basert på at råvarer og materialer i størst mulig grad gjenbrukes, og på den måten ikke bidra til mer belastning på miljøet enn nødvendig. Det er spesielt hensynet til global oppvarming og behovet for å redusere netto CO₂-utslipp, som er årsaken til at man nå har begynt å tenke annerledes på produksjon, logistikk, bruk og gjenbruk av materialer.

Grønn Byggallianse skriver i sitt tipshefte; «*Tenk deg om før du river*» at 40% av materialressursene i samfunnet brukes av byggenæringen (2.29, s.5). Ifølge Bygg21 brukes det materialressurser tilsvarende 1,5 jordkloder av den vestlige verden alene (2.30, s.83).

Materialressursene kan deles i to hovedkategorier:

- *Tekniske ressurser* som er metaller, betong og glass.
- *Biologiske ressurser* som er trær og planter.

De materialene som er under tekniske ressurser, har vi begrensede mengder av. En ser allerede nå (år 2020) at ressursene begynner å bli mangelvare, og at det må gjøres tiltak for å redusere forbruket (2.29, s.5). De biologiske ressursene er det fortsatt mangfold av.

«Det gir langt færre utslipp hvis man bruker resirkulerte materialer eller produkter basert på resirkulert innhold, framfor nye materialer eller produkter med jomfruelige materialer. Produksjon av et aluminiumsprodukt basert på 100 prosent resirkulert aluminium krever kun 5-10 prosent av energien som går med til å produsere ett produkt basert på jomfruelige råstoffer. Undersøkelser viser at man kan halvere klimagassutslippene ved å bygge med gjenbrukte materialer i stedet for å bruke nye.» (2.31, s.16).

FN sitt bærekraftsmål nummer 12 – «Ansvarlig forbruk og produksjon» har flere delmål. Delmål 12.5 omhandler reduksjon av avfall ved bruk av forbud, og reduksjon gjennom resirkulasjon og gjenbruk. Dette delmålet har frist innen år 2030, altså har vi 10 år på å snu dagens lineære forbruk (2.32).

Circular Norway og Circle Economy er to organisasjoner som arbeider for å endre forbruket av ressurser gjennom sirkulærøkonomi.

Circular Norway er en organisasjon som arbeider for å endre dagens lineære forbruk til et sirkulært. Ved å endre bransjestandarden kan det bli aktuelt med materialbanker, der brukte materialer kan bli solgt videre (2.33).

Circle Economy er en nullprofitt-organisasjon som jobber for en «grønnere» økonomi. Disse har på sine hjemmesider gått igjennom 20 forskjellige organisasjoner sine definisjoner på hva sirkulærøkonomi er, og har funnet 7 nøkkelprinsipper som går igjen når sirkulærøkonomi skal defineres (2.34). Disse er her oversatt fra engelsk til norsk, og tolket på en måte som gjør dem relevant for sirkulærøkonomi i byggebransjen:

1. Planlegging med tanke på fremtiden

Først og fremst er det viktig å bruke de riktige materialene og velge de løsningene som har den ønskede levetiden. Man kan videre planlegge for hvordan bygningsmaterialer gjenbrukes eller saneres når bygningsdelene er klar for utskiftning. Dette kan være glass og metaller i fasader, takstein eller annet belegg på tak, og materialer som benyttes i lettvegger og andre overflater inne i bygget. Bygningsforvaltere vil uansett alltid måtte forholde seg til disse problemstillingene, da levetiden til bygningsdelene ofte er betydelig kortere enn levetiden til bygget.

2. Benytte seg av digital teknologi

Ved å digitalisere arbeidsplassene ønsker man å optimalisere med hensyn på ressursbruk og energieffektivitet. I selve byggefasen kan man ta i bruk BIM- og LEAN-systemer for å planlegge og gjennomføre et mest mulig strømlinjeformet prosjekt. Ved bruk av BIM muliggjør man også i større grad bruk av prefabrikkerte elementer. I driftsfasen av bygget vil man ved bruk av et digitalt FDVU-system ha en bedre oversikt på hvordan vedlikehold og driftstekniske utskiftninger overholdes. Man har også tilgang til datablader som forteller oss noe om hvilke materialer som er brukt, og hvordan materialene bør behandles når disse skal skiftes ut.

3. Bevare og forlenge levetiden til det som allerede er bygget

Bygningsmaterialer som allerede er i bruk i et bygg bør vedlikeholdes og oppgraderes slik at disse får en så lang levetid som mulig. I større bygg benyttes det ofte mye stål og betong, og produksjonen av denne type materialer bidrar til relativt store klimagassutslipp. Ved å forlenge levetiden til bygget så langt som mulig vil klimagassutslippet som oppstår i produksjonen av materialene være låst i bygningsdelene i en såkalt «klimabank».

4. Prioritere bruk av gjenvinnbare ressurser

Bruk av gjenvinnbare ressurser innebærer at man i størst mulig grad benytter seg av fornybar energi og fornybare materialer. Dette kan være vannkraft, vindkraft og solenergi. Mer bruk av trevirke fremfor bruk av stål og betong er også et eksempel på en slik prioritering.

5. Å bruke «avfall» som en ressurs

Ved at man bruker gamle byggematerialer på nytt, eller at disse inngår i nye bygningsmaterialer, fjerner man noe av behovet for å produsere «jomfruelige» materialer som krever nye råvarer. Man kutter dermed ut et ledd i produksjonen ved å fjerne behovet for utvinning og bearbeiding av råvarene. For at dette skal kunne realiseres er man blant annet avhengig av et system som sørger for at avfallet blir sortert på en effektiv måte. Vi allerede nevnt viktigheten av at forvaltere av bygg planlegger for denne fasen, slik at dette kan gjennomføres uten unødvendige hindringer.

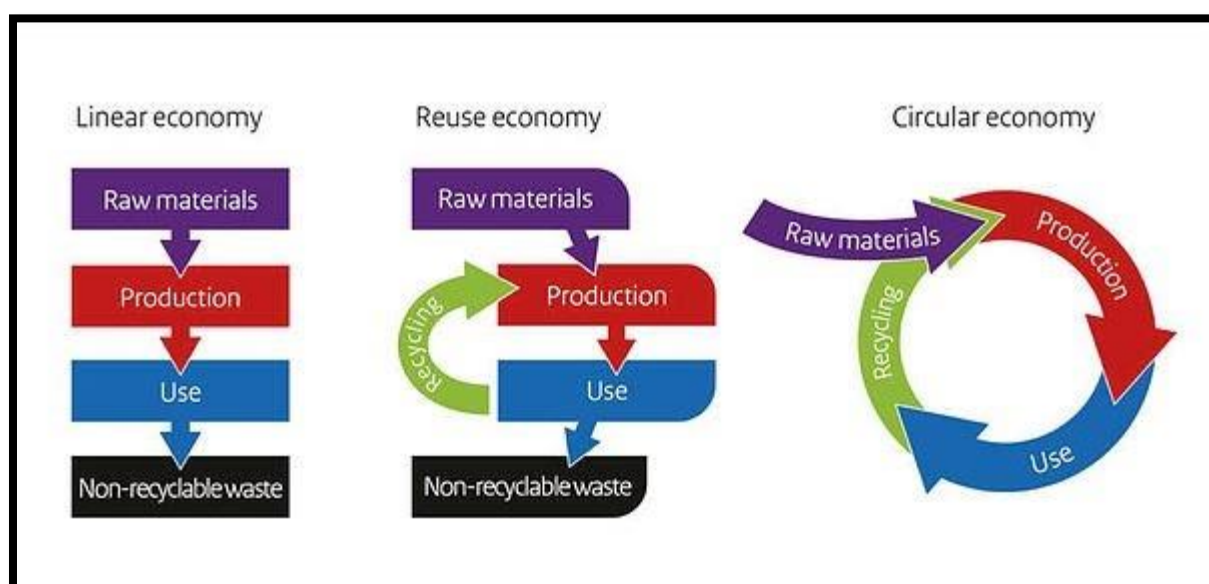
6. Re-evaluering av forretningsplanen

Dette handler om å skape insentiver som fremmer en sirkulær økonomi. Et eksempel på dette kan være at byggeier out-sourcer driften og vedlikeholdet av bygget til andre selskaper, med visse betingelser som skal ivaretas. Det kan også være avgjørende at offentlige myndigheter er med på å skape incentiver som muliggjør mer bærekraftig drift av foretak.

7. Åpent samarbeid og dialog mellom foretak og offentlige myndigheter

Skal det «grønne skiftet» lykkes er det avgjørende at private foretak føler ansvar og solidaritet ovenfor storsamfunnet de er en del av. Men det er også viktig at disse kan forholde seg til myndigheter og andre aktører i bransjen med en viss grad av tillit, slik at risikoen for å velge mer miljøvennlige løsninger ikke blir for stor.

Dette krever et gjennomsliktig samfunn med klare lover og regler, der åpen dialog og diskusjon er et verktøy som benyttes for å finne de beste løsningene på de problemene som foreligger.



Figur 8: Sirkulærøkonomi (Circular Norway 2020)

2.5.4 Bygg21 sine kvalitetsprinsipper

Bygg21 har laget en veileder på oppdrag for Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD), og denne tar for seg det de anser som det viktigste innenfor bærekraft. I dokumentet er det utarbeidet 10 kvalitetsprinsipper som Bygg21 mener dekker hele bærekraftperspektivet (2.30, s.6). Av disse ønsker vi å fremheve de fem siste, som kan sees i sammenheng med flere av punktene under Sirkulærøkonomi; (2.30, s.7)

- Gode bygg og områder:
- Stimulerer til kontakt, aktivitet og opplevelser

- Gir gode lysforhold og utsyn
- Gir god luftkvalitet og lav støybelastning
- Ivaretar sikkerhet
- Ivaretar god tilgjengelighet til og på stedet
- Har lang levetid
- Gir smart utnyttelse av arealene
- Utnytter energien godt
- Er bygget med god ressursutnyttelse og lave klimagassutslipp
- Gir lave drifts- og vedlikeholdskostnader

6 – Har lang levetid

Bygg21 tar i dette emnet for seg hvordan bygninger må være fleksible i møtet med fremtidige behovsendringer. (Se eget kapittel: Funksjonalitet). Dette mener de kan løses ved at et bygg ikke må skreddersys for mye til førstegangsbruker ved å tenke på generalitet. Slike løsninger innebærer et fokus på materialer og deres levetid, ved at planløsninger er fleksible. Et av eksemplene deres er for kontorbygg, hvor lettvegger kan demonteres og flyttes for ny montering uten å generere avfall (2.30, s.64). Vedlikeholdet er viktig for å bevare materialene og utnytte dem lengst mulig. Hvis en ser på kostnader, vil valget av riktige materialer som får riktig vedlikehold gi en lengre levetid, og dette gir igjen lavere levetidskostnader. Videre vil lengre levetid redusere bruken av råvarer som det ifølge Bygg21 allerede er knapphet på (2.30, s.65).

7 – Gir smart utnyttelse av arealene

Bygg21 sitt fokus på arealutnyttelse omhandler det indre arealet. De mener at god utnyttelse av areal for kontorbygg kan være aktivitetsbaserte arbeidsplasser, eller universelle kontorløsninger. Aktivitetsbaserte arbeidsplasser har forskjellige soner på arbeidsplassen til ulike aktiviteter, og universelle kontor har lik innredning og system for hele arbeidsplassen. Videre er fokuset deres på å bygge slik at bygningsmassen er fleksibel for fremtidens endringer. Med dette menes det at f.eks. et kontorbygg kan bli omgjort til et leilighetskompleks en gang i fremtiden (2.30, s.68).

Slik som i prinsipp nummer 6 er funksjonaliteten til bygget viktig. For å redusere arealbehovet lister de opp ulike metoder som aktivitetsbaserte-, adresseløse-, og universelle kontorplasser. Fellesnevneren til disse er at arealet disponeres av flere, og ikke en enkeltperson. Grunnen til å redusere arealbehovet er for å redusere kostnader, men viktigst av alt ressursbruk og utslippsmengder. «*Det er ikke til å komme bort ifra at det mest miljøvennlige tiltaket er å bygge mindre bygg*» (2.30, s.69).

8 – Utnytter energien godt

Fokuset til Bygg21 for energiutnyttelse ligger i å redusere byggets energibruk. Dette omfatter både bruken av elektrisitet, og fjernvarme. Grunnen til at dette er viktig er flere, men hovedargumentet er det økonomiske sett i sammenheng med livssyklus-kostnadene.

Dagens energibehov skal dekke behovet for romoppvarming, ventilasjon, kjøling, lys og teknisk utstyr, vifter og pumper og varmtvann iht. NS 3031 (2.30, s.75). Sett i sammenheng med livssyklus-kostnadene kan det bli kostnadsbesparende ved å prosjektere med lokale energikilder som solcellepaneler, solfangere og energibrønner. «*Det er avgjørende å redusere energibruken i bygg fordi det bidrar til god forsyningssikkerhet og indirekte gir reduserte klimagassutslipp.*» (2.30, s.78).

9 – God ressursutnyttelse og lave klimagassutslipp

Fokuset på bærekraftige bygg gjelder ikke bare energibruken og levetiden til eksisterende bygg. Det gjelder faktisk helt fra prosjekteringsfasen. Det må nemlig planlegges bærekraftig. Byggherre og entreprenør må sammen velge de riktige løsningene, og de riktige materialene.

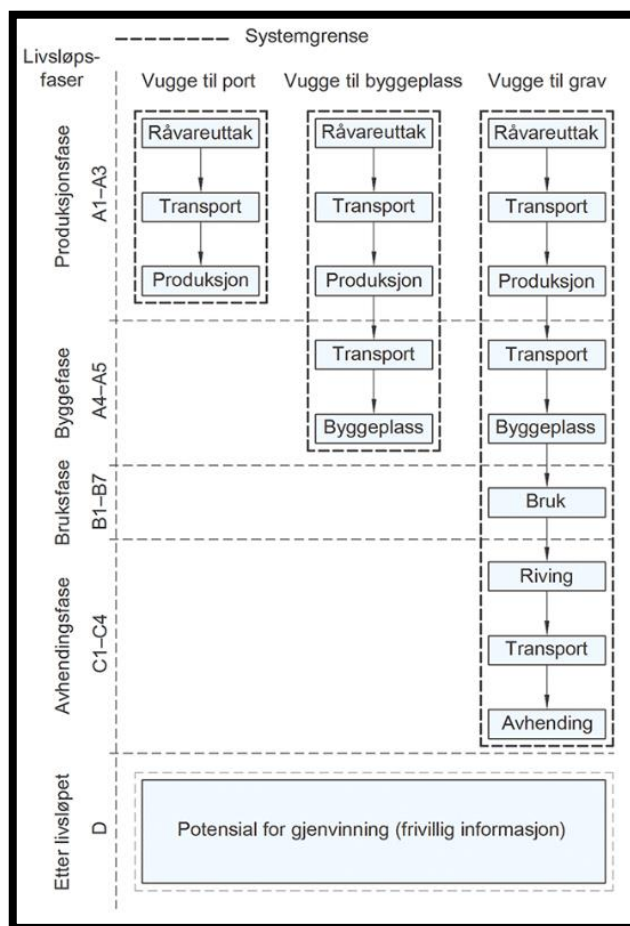
For å møte utslippskrav fremmer Bygg21 forslag til ulike tiltak som å velge produkter som har dokumentert lave produksjons- og transportutslipp, utslippsfri byggeplass og transport, og redusere avfallet (2.30, s. 82).

10 – Gir lave drifts- og vedlikeholdskostnader

Bygg21 legger i dette punktet vekt på forvaltning, drift og vedlikehold (FDV-kostnader). Ved å planlegge godt rundt valget av materialer og utforming, vil en kunne få reduserte drifts- og vedlikeholdskostnader i fremtiden. Videre vil lengre levetid medføre lavere utslipp ved mindre antall utskiftninger, og at driftskostnadene blir lavere. Dette går igjen i emnene funksjonalitet, økonomi (LCC), og sirkulærøkonomi.

2.5.5 Livsløpsvurdering (LCA)

Byggforskblad 470.101 (2.35) og 470.102 (2.36) tar for seg livsløpsvurderinger, og de begrepene og metodene som står i sammenheng med dette. Metoden er utviklet for å kunne bestemme et bygg sin miljøpåkjønning gjennom sin levetid. Dette innebærer fasene fra råvarer blir utvunnet og tilvirkning av byggematerialer, gjennom produksjons- og bruksfasen, til bygget skal avhendes eller rives. Målet med vurderingene er å identifisere miljøpåvirkningen til et bygg, og om mulig begrense negativ påvirkning ved å velge de mest miljøvennlige løsningene i fasene av livsløpet. Livsløpsfasene til et bygg bør kategoriseres i 5 hovedkategorier; produksjonsfase, byggefase, bruksfase, avhending, og til slutt byggets miljøpåvirkning etter dets livsløp er slutt. En samlet vurdering av alle fasene i et livsløpsperspektiv kalles populært «fra vugge til grav».

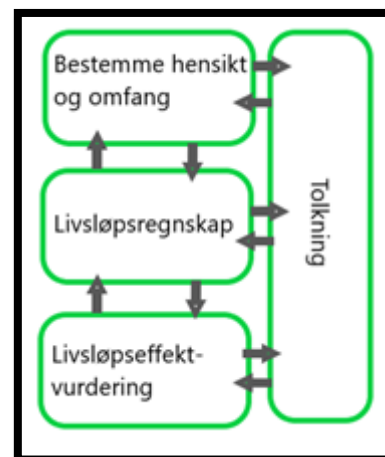


Figur 9: Livsløpsfaser og systemgrenser (Byggforsk 2015)

Ved å dele bygget opp i faser gjør man det enklere å sammenligne forskjellige løsninger og valg av materialer mot hverandre. Om man velger å utelate noen av fasene i analysen er det nødvendig at man opplyser om at dette blir gjort, og hvorfor det gjøres. Dette gjøres for å tydeliggjøre at vurderingen er gjennomført uten å ta hensyn til alle mulige faktorer som kan føre til negative konsekvenser for miljøet.

Hvis man for eksempel skal vurdere miljøpåkjønningene til byggematerialene som er benyttet kan det være utslagsgivende i et miljøregnskap om disse er kortreist eller langreist. Den som står ansvarlig for byggeprosjektet kan la seg lure av at byggematerialer som står for lavt utslipp i produksjon- og driftsfasen totalt sett kan ha et høyt utslipp knyttet til seg om transporten frem til byggeplass bidrar til store utslipp av klimagasser. En livsløpsvurdering kan også fysisk avgrenses. Avgrenser man seg til bygningskroppen vil all infrastruktur som vei, el-anlegg, rørnett ol. som ligger utenfor bygningskroppen utelates fra analysen.

Metoden som benyttes er 4-delt: I første omgang bestemmes hensikt og omfang ved vurderingene som skal gjøres. Man definerer altså hva som skal utføres og hvilke faser man ønsker å begrense seg til. Videre setter det opp et regnskap som viser de materialene og produktene som brukes i bygget, og hvilket utslipp og annen relevant data som er forbundet med disse. Dette kan være CO₂-ekvivalenter, energibruk og grad av resirkulerbarhet. Nødvendig data kan man få tilgang til fra produsenter eller andre som lager miljødeklarasjoner (2.37). I den tredje fasen av analysen vurderes de potensielle miljøpåkjenningene; dette kan være analyse av hvordan det planlagte bygget bidrar til global oppvarming som konsekvens av de valgte løsningene og ressursbruken som er knyttet til disse. Til slutt oppsummerer man regnskapet og lager en rapport der helheten i vurderingene blir beskrevet.



Figur 10: Faser i en livsløpsvurdering (Tilpasning: Byggforsk 2014)

Standarder som beskriver metoder og fremgangsmåter

Standardens innhold	Navn
Standarder som beskriver LCA-metoden, hensikten og bruksområder, og definisjoner som benyttes	NS-EN ISO 14040 NS-EN ISO 14044
Standarder som tar for seg bærekraftig utvikling og miljødeklarasjoner av produkter og materialer.	NS-EN 15942 NS-EN ISO 14025 ISO 21930 NS-EN 15804 (foreløpig tilbaketrukket)
Standarder for vurdering av bygningens miljøprestasjon og -påvirkning	NS-EN 15643-2 NS-EN 15978

Miljødeklarasjon av materialer og produkter (EPD)

En miljødeklarasjon av et produkt er et dokument som viser miljøegenskapene til produktet. Denne typen deklarasjoner er ofte en numerisk fremstilling av generiske data. Det vil si at det vises til objektive og etterprøvbare data basert på studier av tilsvarende produkter eller kjente gjennomsnittsverdier for produktet. Disse oppgis i tallverdier, og verdiene skal vise produktets miljøpåkjenning gjennom hele dets livsløp. Eksempler på dette kan være CO₂-ekvivalenter (KgCO₂) og energibruk (W) (2.37). Den internasjonale standarden som gjelder for miljødeklarasjon av byggevarer er ISO 21930 (2.38). I Norge er det Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner (EPD Norge) som har hovedansvaret for deklarasjon av byggevarer (2.39). I tillegg har også SINTEF godkjente verifikatører som kan gjennomføre denne type godkjenninger. Dette gjøres blant annet ved kvalitetssikring av produkter og løsninger gjennom «Teknisk godkjenning» fra SINTEF (2.40).

Tabell 222
 Eksempel på utdrag av en miljødeklarasjon i en SINTEF Teknisk Godkjenning. Indikatorene er angitt per funksjonelle enhet som er brukt i miljødeklarasjonen.

Miljøbetingede indikatorer	Enhet
Global oppvarming, kg	XX kg CO ₂ ekv.
Totalt energibruk	XX MJ
Resirkulerte materialer	XX %
Inneklimaklassifisert (i henhold til NS-EN 15251)	XX

Figur 11: Miljødeklarasjon (Byggforsk 2014)

Digitale verktøy til bruk ved livsløpsvurdering

For å gjøre jobben med å dokumentere et bygg sine miljøpåkjenninger enklere finnes det digitale verktøy. Et eksempel på dette er software utviklet av One-Click LCA (2.41), som blant annet har blitt brukt for å vurdere et nybygg-alternativ opp mot en ombygging ved Bergen rådhus. Gjeldende standarder og erfaringstall er implementert i programvaren, og brukeren blir i stand til å vurdere flere forskjellige fornyingsformer opp mot hverandre uten at det brukes for mye tid og ressurser på dette arbeidet.

2.5.6 Sertifiseringsverktøy

I byggebransjen er de vanligste verktøyene for miljøsertifisering BREEAM-NOR, CEEQUAL og Svanemerket. Verktøyene er utarbeidet av uavhengige organisasjoner for å fremme bruken av miljøvennlige løsninger i prosjekterings- og byggefasen (2.42).

BREEAM står for *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*, og ble lansert av BRE i 1990. Det er ifølge byggalliansen.no «verdens eldste og Europas ledende miljøsertifiseringsverktøy.» (2.43). BRE startet i England og har vært i drift siden 1921. Hovedoppgaven til BRE er å heve byggestandarden i England, og kan sammenlignes med Sintef som ble stiftet i Norge i 1950. BREEAM ble etablert i 1990 og blir i dag brukt av 86 nasjoner. Norge er ett av disse, og har vår egen versjon BREEAM-NOR.

BREEAM-NOR er tilpasset det norske markedet, lover og forskrifter, og byggeskikker. Manualen er delt inn i ti områder: Ledelse, Helse og innemiljø, Energi, Transport, Vann, Materialer, Avfall, Arealbruk og økologi, Forurensing, og Innovasjon. Hvert av disse punktene inneholder emner hvor det blir beskrevet hvordan man kan redusere miljøpåvirkningen. Videre gis det poeng basert på måloppnåelse for hvert punkt, som samles for en endelig karakter. Karakterskalaen går fra «Uklassifisert» til «Outstanding» (2.44).

Gjeldende utgave av BREEAM-NOR 2016 er kun for nybygg av ulike kategorier, den tekniske manualen heter «BREEAM-NOR 2016 for nybygg». I manualen står det under «Innledningen - Om denne tekniske manualen» at den er gjeldende både for nybygg og større rehabiliteringsprosjekter. Men ved mindre rehabiliteringsprosjekter, hoteller, idrettshaller ol. må verktøyet spesialtilpasses, og det heter BREEAM-NOR Bespoke.

CEEQUAL står for *The Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Awards Scheme*, og dette verktøyet er tilsvarende BREEAM-NOR, utviklet for anleggssiden (2.45).

Svanemerket sitt verktøy fokuserer på eneboliger, rekkehus, leilighetsbygg, skoler og barnehager. Dette er i likhet med BREEAM-NOR rettet mot nybygg, med krav om lavt energibehov, godt inneklima, miljødokumenterte materialer, og kildesortering på byggeplass. Videre er vurderingsprosessen strengere her, ved at det er godkjent eller ikke godkjent på de ulike vurderingspunktene (2.46).

3. Presentasjon av case

3.1 Bergen rådhus



Figur 12: Bergen rådhus (Byantikvaren 2015)

3.1.1 Nøkkelinformasjon

Adresse	Rådhusgaten 10, 5014 Bergen
Eier og forvalter	Bergen kommune, Etat for Bygg og Eiendom.
Byggeår	1974
Tidligere ombygninger eller rehabiliteringer	Ukjent
Dagens bruk	Kontorbygg som benyttes av Bergen kommune
Fremtidig bruk	Kontorbygg, men med aktivitetsbasert kontorløsning.
Valgt fornyingsform	Ombygging av innvendige arealer. Verdibevarende vedlikehold/rehabilitering på fasade og bæresystemer.
Fredningsvedtak	Ingen fredning – verneverdig.

3.1.2 Historie

Kontorbygget er plassert ved Lille Lungegårdsvann langs Kaigaten i Bergen sentrum. Rådhuset ble tegnet av den norske arkitekten Erling Viksjø (3.1) i 1953. Byggearbeidet startet i 1971, og bygget sto ferdig i 1974. Erling Viksjø var en av datidens mest innovative og omtalte arkitekter, hans arkitektoniske stil bærer preg av et fokus på funksjonalisme. Han tok sin utdanning ved Norges Tekniske Høyskole i Trondheim (nå NTNU). Som arkitekt har han stått bak en rekke signalbygg i Norge, noen av disse er Y-blokken, høyblokken i Regjeringskvartalet og Hydrobygget i Oslo, og Tromsøbrua i Tromsø (3.1).

Viksjøs forslag til nytt rådhus i Bergen ble valgt som følge av at bygget vant en arkitektkonkurranse i regi av Bergen Kommune. Det ryktes at avgjørelsen den gang var noe kontroversiell på grunn av byggets utforming og arkitektoniske stil, samt plasseringen av bygget i et område i bykjernen der Rådhuset i stor grad bryter med eksisterende omliggende bebyggelse (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**).

Bergen rådhus er preget av funksjonalismen, og er et godt eksempel på offentlig byggeri som var vanlig fra 1950- til 1970-tallet. Rent estetisk finner man også elementer av «brutalisme» med store åpne betongoverflater som vender ut mot publikum.

Bygningen består i alt av 12 tilnærmet like etasjer, i tillegg til en tilbaketrukket 1.etasje som i dag fungerer som inngangsparti og resepsjon, samt kjeller og en toppetasje. Bygget har et totalt bruttoareal på 11 434 m², og er utformet som et kontorbygg etter datidens standard og krav. Bygget har ikke gjennomgått større rehabiliteringer siden det ble bygget, og det bærer preg av utdaterte romløsninger og et betydelig etterslep på vedlikehold.

Hovedbæresystemet er primært en betongkonstruksjon der utvendige søyler er integrert i fasade og vender ut mot fri luft. Disse søylene er oppført med Viksjøs patenterte naturbetong (3.3). Det har i en tid også vært kjent at man har hatt skader i form av avskalling og nedfall av betongbiter fra fasade og bærende søyler. Disse skadene har vært kjent siden ca. 2010, og ble for første gang omtalt i tilstandsrapport fra 2012 som ble utarbeidet av Betec AS (3.4).

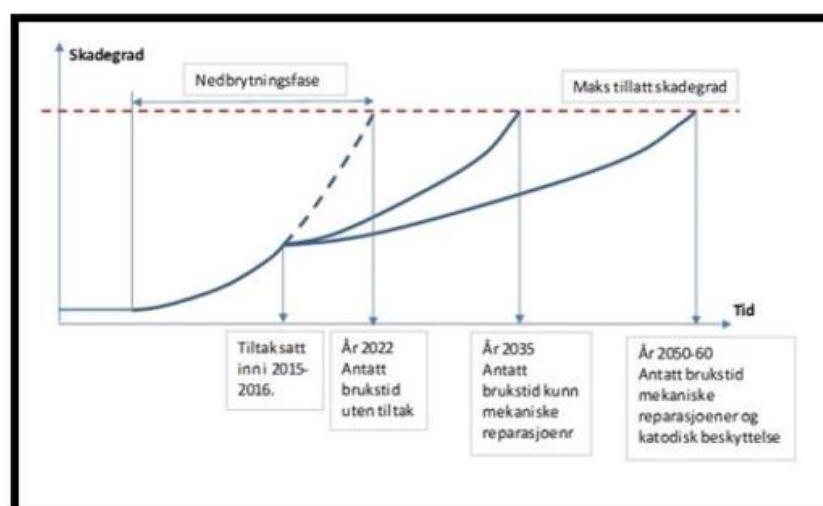
3.1.3 Bygningstekniske problemer – fasade og bæresystem

Avskalling av betong og andre visuelle skader på fasade ble oppdaget allerede i 2010 (3.4). Den løse betongen ble fjernet fra fasade i 2012 av entreprenør. Samtidig ble det iverksatt arbeid med å kartlegge hvilke skader man hadde på fasade og bærende søyler, og i perioden 2012 - 2015 ble det gjennomført pilotprosjekter der man så på mulige tiltak for reparasjon. Kartlegging av skader og forslag til utbedringer ble i denne perioden utført av Betec AS, som spesialiserer seg på utbedring av betongskader og katodiske anlegg (3.5).

I rapporten utarbeidet av Betec fra juli 2015; «Betongfasadene - Tilstand og mulig tiltak» (3.4) kan man lese om hvilke skader som ble avdekket, og hvilke tiltak man iverksatte den gang for å utbedre skadene. Arbeidet med rapporten ble gjort i samarbeid med byantikvaren i Bergen, samt etat for utbygging i Bergen kommune.

«Korrosjonstilstand for søylene er nå kommet så langt at tiltak bør settes inn innen 1-2 år, dersom en skal unngå å måtte gjennomføre sikringsarbeider ved enkelte søyler der skadene ser ut til å være ekstra omfattende...

...Skadeomfanget og skadegraden i enkelte punkter nærmer seg nivåer som kan være alarmerende.» (Betec, 2015)



Figur 13: Fra offentliggjort rapport (Betec 2015)

Pilotprosjektene som ble gjennomført gikk blant annet ut på å prøve arbeidsmetoder og forskjellige blandinger av sementmørtel, i et forsøk på å emulere det estetiske uttrykket til fasadene. Samtidig måtte det oppnås tilfredsstillende mekaniske egenskaper i reparasjonspunktene. Det ble gjort forsøk med forskjellige typer stein, mørtel og metoder, og arbeidet ble utført i samarbeid med Byantikvaren slik at det estetiske uttrykket i fasaden i størst mulig grad ble ivaretatt.

I rapporten fra 2015 kommer det tydelig frem at man har et kritisk problem med karbonatisering av betong og korrosjon av armering i de bærende søylene. Betec konkluderer i rapporten sin at man kan forlenge levetiden med inntil 30 - 40 år ved å montere katodisk beskyttelse på armering, samtidig som man gjennomfører en mekanisk forsterkning av søylene (figur 14).

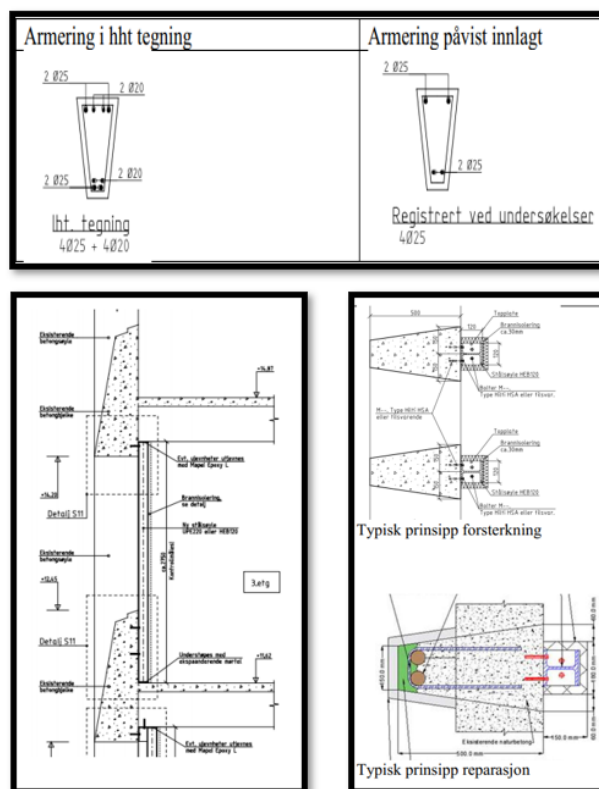
Betec estimerte i 2015 at alle utbedringer av søylene, inkludert katodisk anlegg, ville koste rundt 30 millioner kroner, inkl. mva.

Etter at man høsten 2018 gjorde nærmere analyser av skader på bærende søyler i fasaden, kom det frem at disse hadde større skader og mangler enn først antatt. Undersøkelsene ble utført av Betong Consult AS og Smidt & Ingebrigtsen AS. Disse skrev sammen rapporten «Fasader - Bæreevne og bestandighet» som ble utgitt 18.01.2019 (3.6). I rapporten fremkommer det at det i bærende betongsøyler mangler lengdearmering og bøylor sammenlignet det som var vist i tegninger av originalbygget (figur 14). Det ble tatt prøver av betongen fra de omtalte søylene, noe som har påvist lavere betongfasthet enn det man har prosjektert for.

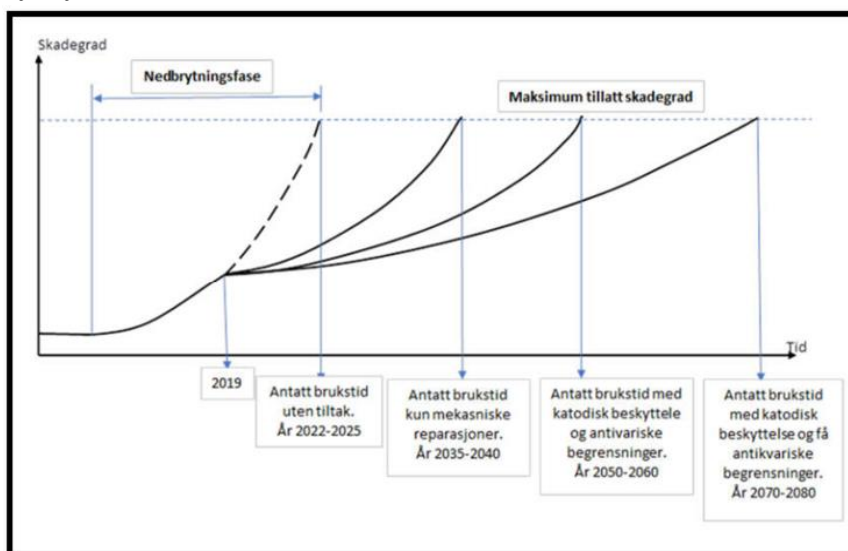
Kombinasjonen av lavere betongfasthet, manglende armering og reduksjon av betong- og armeringstverrsnitt (fra avskalling og korrosjon) har ført til at de aktuelle søylene har en lavere bæreevne enn det de i utgangspunktet skal ha. Tom Ingebrigtsen (Smidt & Ingebrigtsen) og Ranveig Laastad (Betong Consult) konkluderer i rapporten med:

«Alle synlige skader må utbedres i kommende rehabilitering, og Betong Consult kan først etter at stillas er oppført ved fasadene danne seg et endelig bilde over det totale omfanget av nødvendige utbedringer i naturbetongen.»

Det må påregnes at Rådhuset må gjennomgå jevnt og godt vedlikehold og hyppige reparasjoner i fortsettelsen. Ivaretagelsen av denne spesielle bygningen vil kreve god kompetanse og kunnskapsoverføring til personell som skal ivareta bygget for fremtiden.»



Figur 14: Fra rapport (Betong Consult 2019)



Figur 15: Fra rapport (Betong Consult 2019)

3.1.4 Innvendig ombygging

Innvendig bærer bygget preg av alderen og har et etterslep på vedlikehold av tekniske anlegg og overflater i bygget (3.7). Dette medvirker til et dårligere inneklima i bygget. Bystyret har gjennom vedtak bestemt at byggets innvendige arealer skal heves til en mer moderne standard med planløsninger som harmonerer med filosofien om «åpne kontorlandskap» (3.8). Dette ble vedtatt den 20.06.2018. Arbeidsplassen skal utformes som et åpent areal med såkalte aktivitetssoner. Det skal være mulig å jobbe i grupper, så vel som individuelt, og man tar sikte på at de ansatte i mindre grad enn før har sine faste plasser på kontoret (3.9). Byggets utvendige søyler må i tillegg forsterkes der det er nødvendig, noe som løses ved at det monteres stålsøyler innvendig i bygget langs ytterveggene der man har betongsøyler. Alle yttervegger skal også etterisoleres og alle vinduer skal skiftes ut for å redusere byggets varmetap. Det skal også gjennomføres arbeid med å gjøre bygget tettere og installere nytt ventilasjonsanlegg (3.8). Selv om alle krav som fremkommer av TEK17 skal følges der det er økonomisk og praktisk mulig, er det også slik at ikke alle byggtekniske krav vil kunne overholdes. Dette skyldes at ikke alle tiltak som er forskriftsmessig påkrevd er forenlig med bevaring av verneverdier som finnes i bygget (3.8, s19).

3.1.5 Klimagassberegninger og bærekraft

Rambøll har gjennom sin rapport «Innledende klimagassberegninger for Bergen Rådhus» (3.10) utredet i hvilken grad de to fornyingsalternativene av Rådhuset vil bidra med klimagassutslipp. Til denne rapporten har Rambøll benyttet seg av OneClick LCA (2.41), et referansebyggverktøy som gir verdier basert på erfaringstall fra byggebransjen. I rapporten forholder man seg til NS 3720:2018 «Metode for klimagassberegninger for bygninger» (3.11). Det er gjort en rekke forbehold i rapporten fra Rambøll, i et forsøk på å sikre seg en så realistisk konklusjon som mulig. Nybyggalternativet er beregnet etter passivhusstandard «NS 3701; passivhusstandard for næringsbygg». I beregningene for ombyggingsalternativet har man benyttet den prosjekteringen som foreligger fra forprosjektet. Hovedkonklusjonen fra rapporten er at et ombyggingsprosjekt viser en reduksjon på 47% av klimagassutslipp sammenliknet med et nybygg:

«Dette skyldes en signifikant reduksjon i materialbruk sammenliknet med nybygg, da de store tunge bygningsdelene som grunn og fundament og bæresystem beholdes og materialforbruket med relaterte utslipp reduseres betraktelig.»

Totalt sett er materialbruken redusert med 82% sammenliknet med forbruket på et nybygg. I tillegg til et lavere materialforbruk, er det knyttet mindre utslipp til redusert transport av materialer til byggeplass, en kortere byggeperiode, og fordi selve byggeprosjektet er mindre omfattende enn ved et nybygg.

Det kommer frem av rapporten at et ombyggingsprosjekt har 10% høyere utslipp gjennom brukstiden på grunn av lavere energieffektivitet, men totalen viser altså at ombygging gir 47% lavere klimagassutslipp.

Prosjektet skal klassifiseres etter BREEAM-NOR sin sertifiseringsordning og vil oppnå karakteren «Very good». Bergen kommune sitt miljømål ved «nye» Bergen rådhus er (3.8):

- 1. Bergen kommune ønsker at Bergen rådhus skal bli et fyrtårn når det gjelder energi og miljø.*
- 2. Rådhuset skal bli et fyrtårn når det gjelder energieffektivisering og miljøkvaliteter.*
- 3. Rådhuset skal BREEAM sertifiseres.*
- 4. «Nye» Rådhuset skal bidra til at flest mulig kan sykle, gå og bruke kollektive reisemidler til jobb*

I forbindelse med dette er det blitt utarbeidet en beskrivelse av hvordan miljøoppfølgingen skal gjennomføres for å sikre de uttalte miljømålene. Her pekes det blant annet på viktigheten av å gjennomføre byggeprosjektet som et BREEAM-sertifisert prosjekt, og at det utarbeides klimagassregnskap som tydeliggjør byggets miljøprofil (3.12). Videre er det vurdert solcelleanlegg på taket og på deler av fasaden. Etter innspill fra byantikvaren ble forslaget nedstemt grunnet antikvariske hensyn. Beslutningen ble at det skal installeres solceller på taket (3.13).

3.1.6 Vedtak om ombygging og rehabilitering

Den 20. juni 2018 ble det i Bergen bystyre vedtatt at Bergen Rådhus skulle gjennomgå en omfattende ombygging (saksnummer 158/18) (3.14). I bystyrets innstilling var det lagt til grunn at byggets kontorarealer skulle ombygges slik at disse ble mer i tråd med kommunens vedtak om *aktivitetsbaserte arbeidsplasser*, samt at tekniske anlegg skulle oppgraderes slik at inneklima og funksjonalitet ble løftet til et akseptabelt nivå. I tillegg til de innvendige arbeidene var det også budsjettet for at skader på fasade og søylene på utsiden av bygget skulle restaureres.

Når den siste tilstandsrapporten fra Betong Consult og Smidt & Ingebrigtsen ble utgitt i begynnelsen av 2019 ble det klart at kostnadene knyttet til rehabilitering av bærekonstruksjonen måtte oppjusteres. Dette førte til at man ønsket en re-evaluering av hele prosjektet, der også et riving-/nybyggalternativ skulle kostnads- og miljøvurderes.

3.1.7 Økonomi

I handlings- og økonomiplan for 2019 - 22 fra Bergen kommune var det først stipulert 462,8 millioner til investering i ombygging av innvendige arealer og rehabilitering av fasade ved Bergen rådhus. 102,8 millioner ble budsjettert til utvendig rehabilitering, mens det for innvendige arbeider ble budsjettert med 360 millioner.

Etter at Etat for utbygging bestilte en ny uavhengig kostnadsanalysene ble dette justert opp til en total kostnadsramme på 540 millioner (3.14). De ekstra kostnadene kommer av prosjektering og utførelse av arbeider på utvendige søyler, og noe ekstra på grunn av planlegging av det nye arbeidsplasskonseptet som Bergen kommune ønsker i bygget. I tillegg til dette kommer en kostnad på ca. 20 millioner som følge av at alle brukerne av bygget må flytte ut frem til bygget er ferdig utbedret.

Etat for utbygging gjorde også en analyse av investeringskostnadene i et nybyggalternativ. Dette beløper seg totalt til 920 millioner, der det settes av 50 millioner til kortsiktig rehabilitering av rådhuset, 50 millioner til riving, og 140 millioner til leie av eksterne kontor i byggeperioden. Det har også blitt utarbeidet en rapport av Rambøll som viser livssykluskostnadene til de to alternativene.

3.2 Fylkeshuset



Figur 16: Hordaland Fylkeshus (Hordaland fylkeskommune 2020)

3.2.1 Nøkkelinformasjon

Adresse	Agnes Mowinckels gate 5, 5008 Bergen
Eier og forvalter	Vestland Fylkeskommune, tidligere Hordaland fylkeskommune
Ferdigstilt	1972
Tidligere ombygninger eller rehabiliteringer	Ukjent
Dagens bruk	Kontorbygg
Fremtidig bruk	Kontorbygg med utleiedel
Valgt fornyingsform	Riving/nybygg
Fredningsvedtak	Ingen

3.2.2 Historie

Fylkeshuset ble bygget i 1972, og er i 2020 blitt 48 år gammelt. Bygget består av to hovedkonstruksjoner; høyblokken og mellombygget med felles underetasje. Underetasjen er bygget på fyllmasser fra de fylte igjen deler av Store Lungegårdsvannet, og har derfor et vanntrykk tilsvarende en seks meter vannsøyle. Oppbygningen består primært av plasstøpt betong, og noen betongelementer. Bygget har på folkemunne fått kallenavnet «brunosten», grunnet kledningen med de brune platene. Det var tidligere en bensinstasjon i bygget, samt parkeringsanlegg.

Bygget er eid av Hordaland Fylkeskommune og har vært brukt til kontor og møtevirksomhet for fylkeskommunen. Frem til rivingsarbeidet startet i år hadde bygget et bruttoareal (BTA) på 20.649 m² og huset ca. 450 ansatte. Reguleringsplanen åpner for en utvidelse til 27.000 m² BTA. Høyblokken har i dag kotehøyde 55 og mellombygget har kotehøyde 18,2. Endringene fører til at høyblokken bygges opp med samme høyde, mens mellombygget vil øke til 45 (3.16, s.4).

3.2.3 Bygningstekniske problemer – høyblokk og mellombygget

Bygget nærmer seg 50 år, og trenger ifølge brukerne sårt vedlikehold. Hovedproblemet til bygget har vært manglende plass til alle ansatte, og i de senere årene at bygget ikke har vært tett. (3.15) Bygget har også et eldre teknisk anlegg som trenger oppgradering. Dette medfører at energibruken til bygget er estimert til 4-5 ganger mer enn nødvendig. Videre er arealutnyttelsen vurdert til dårlig, og at universell utforming i bygget ikke er god nok etter dagens krav. (3.16, s.2)

Delt inn i høyblokken [5-14.etg], mellombygget [U2-4.etg], og kjellervegger og kjellergulv, har disse fått ulik vurdering.

Høyblokken i plasstøpt betong ble vurdert til brukbar, men på bakgrunn av takhøyder, vanskeligheter med omforming, og levetid utover 40 år bestemt revet. Kostnadene med nytt bæresystem sees innekket av fremtidige leieinntekter.

Mellombygget består primært av betongelementer. Disse har fått noen utbedringer og forsterkninger rundt år 2000. Problemet er at den tidligere bensinstasjonen og parkeringshuset har medført større kloridangrep på deler av betongkonstruksjonene. Videre er det observert noen sprekkdannelser og lekkasjer på disse. Samlet medfører dette at konstruksjonene ikke vil tåle økt belastning ved ombygging av høyblokken, og gir derfor enda et incentiv for riving.

Kjellervegger og gulv er plasstøpt betong, og er utført vanntett. Deler av konstruksjonen står flere meter under grunnvannet, og er derfor trykkpåkjent av dette. Denne delen av bygget har god kvalitet. (3.17)

3.2.4 Klimagassberegninger og bærekraft

I dokumentene fra fylkeskommunen er det ikke funnet noen klimagassberegninger. Nybygget skal sertifiseres etter BREEAM-NOR, med mål om karakteren «Excellent». Det vil bidra til at bygget får gode, miljøvennlige, og fremtidsriktige løsninger. Det skal for eksempel installeres solceller på begge takene, og at takene utformes som et fordrøyningsbasseng for overvann. Hele bygget skal også utføres etter passivhusstandarden som medfører strenge krav til energieffektivitet (3.18). Argumentasjon for nybygg er redusert energiforbruk, miljøvennlige løsninger og materialvalg (3.16, s. 8).

3.2.5 Vedtak om riving/nybygg

Fylkestinget vedtok 12.06.18 at eksisterende bygg skal rives og at det skal bygges et nytt, moderne og fremtidsrettet bygg. (3.19)

Begrunnelsen for vedtaket er mulighetene for å møte dagens krav til energieffektivitet, universell utforming, effektivt arealbruk gjennom aktivitetsbasert kontorlandskap, økte leieinntekter, og samle fylkesadministrasjonen under samme tak. Med et bedre utformet bygg som utnytter tomten bedre gjennom en økning fra 20.649 m² til 27.000 m², vil et nybygg kunne huse opp mot 1100 ansatte mot dagens 450. Videre skal deler av det ekstra arealet leies ut for å dekke inn kostnader til bygging, drift, og vedlikehold.

3.2.6 Økonomi

Økonomiske mål med nytt fylkeshus:

- Lavere driftsutgifter
- Arealeffektivisering – økt produktivitet og miljøgevinster
- Økte inntekter fra leietakere

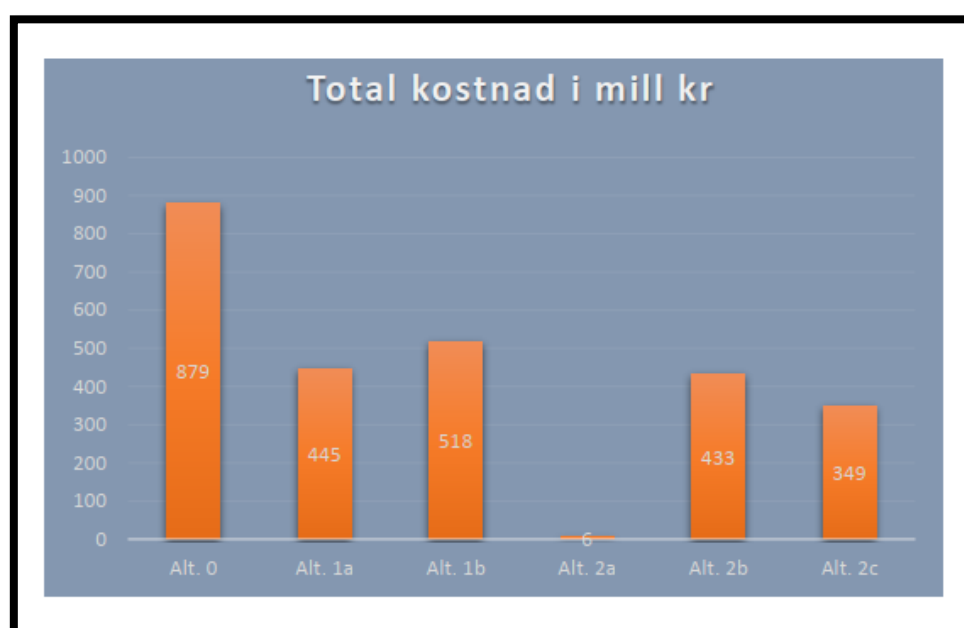
Det ble først lagt frem et forslag på kostnader for fylkeshuset i 2018, disse på 618 mill. kroner eks. moms. Underveis har saksbehandling, og analyse av bygget medført endringer på den første kostnadsstipuleringen. Etter at bygget ble vedtatt revet, økte byggetiden, dette medførte økte kostnader for riving og en antatt prisstigning for de kommende årene.

De nye kostnadene blir 753 millioner, altså 135 millioner mer enn først antatt. Deler av de ekstra kostnadene skal hentes inn igjen ved at det blir satt av et noe større areal til utleie. Det er vurdert å bruke ca. 700 m² ekstra til utleie for å dekke inn merkostnadene for rivingen.

Fylkeskommunen har laget en analyse som viser forskjellige alternativ der det vurderes hvilke alternativ det er mest lønnsomt å gjennomføre (3.20). I disse analysene sees det ikke på flere forskjellige ombyggingsalternativ, men man sammenligner kostnadene ved forskjellige scenario der man velger å bygge nytt for så å selge og leie, eller eventuelt eie selv og leie ut de arealene fylkeskommunen ikke kommer til å bruke selv.

Her bruker man nåverdimetoden, og det kalkuleres for investeringskostnader, FDVU-kostnader, leieinntekter og eventuelle leiekostnader over en 40 års periode. I tillegg har man tatt sikte på å kalkulere inn risiko og arealeffektivitet i analysen.

Det er alternativet (2a) der fylkeskommunen selv eier og står ansvarlig for ombygging at de kommer best ut økonomisk. Det er da tatt forbehold om at man bygger ut til maksimalt areal som er tillatt i reguleringsplanen for tomten, og at det resterende arealet i bygget leies ut. Fylkeskommunen definerer selv byggeprosjektet som «totalrehabilitering», men skriver ikke om dette innebærer en ombygging eller et riving-/nybyggprosjekt. Men det antas at begge alternativene kan være aktuelle, og at det er fokusert mer på det totale arealet man ønsker å oppnå. Alternativ 0 i analysen viser kostnadene ved at man utbedrer etterslepet man har på vedlikehold i dagens bygg, og fortsetter å bruke bygget slik det er nå. Da forutsettes det blant annet at man gjør noen utbedringer ved de tekniske anleggene, i tillegg til verdibevarende vedlikehold. I dette alternativet får man ikke utvidet arealene og dermed heller ikke leieinntekter.



Figur 17: Nåverdi av kostnader beregnet over 40 år (Rapport: Økonomiske vurderinger for nytt fylkeshus)

3.3 Nordnes oppveksttun



Figur 18: Nordnes oppveksttun (Lund arkitekter AS / Bergen kommune)

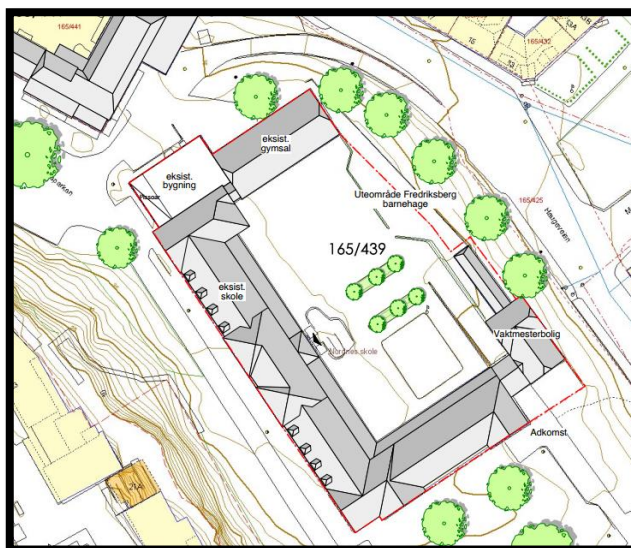
3.3.1 Nøkkelinformasjon

Adresse	Nordnesparken 3, 5005, Bergen
Eier og forvalter	Bergen kommune, etat for bygg og eiendom
Byggeår	1903
Tidligere ombygninger eller rehabiliteringer	1945, 1994/95 og 2009
Dagens bruk	Barneskole og barnehage, samt en spesialavdeling.
Fremtidig bruk	Barneskole og barnehage, samt en spesialavdeling.
Valgt fornyingsform	Ombygging av innvendige arealer, med verdibevarende vedlikehold. Nybygg
Fredningsvedtak	Fredet

3.3.2 Historie

Nordnes skole ble tegnet av statsarkitekt Richard Tønnessen og ble bygget i 1903 (3.21). Når bygget åpnet gikk det 1800 elever på skolen, fordelt på 54 klasser, og man praktiserte den gang skoleavvikling både på formiddagen og ettermiddag på grunn av det store antallet elever (3.22).

I dag finner man både Nordnes skole og Fredriksbergs barnehage i området, sammen danner de Nordnes oppveksttun. Idag brukes skolebygget av ca. 270 elever i trinnene fra 1-7 klasse og 75 ansatte (3.23), samt at skolen har en avdeling som er spesialtilpasset elever med funksjonshemmelser. Barnehagen huser 30 barn og 11 ansatte. Skoleanlegget med barnehage består av 4 deler, der hovedbygget utgjør det største arealet. Dette går over 3 etasjer, med en delvis kjeller og har et bruttoareal på 4372 m². Utenom hovedbygget har man en gymsal (469 m²), et bygg for barnehage (398 m²) og et nyere tilbygg (406 m²) som ble oppført i 1942. I tillegg til dette er et bygg i Haugeveien 40 (300 m²) knyttet til Nordnes Oppveksttun, dette har frem til nylig vært brukt lagerbygning.



Figur 19: Bergen kommune 2018

3.3.3 Tidligere rehabiliteringer

Under krigstiden ble bygget benyttet av tyske soldater, og skolen ble i mindre grad enn tidligere benyttet til undervisning. Etter krigen var forfallet såpass stort at man måtte bruke 2 år på å sette undervisningslokalene i stand igjen, og skolen åpnet for vanlig undervisning i 1947 (3.22).

Bygget ble rehabilitert i 1994/95, og man har i ettertid også pusset opp toaletter for elever, samt installert nytt varmeanlegg med radiatorer (**Feil! Fant ikke referanse-kilden.**). I 2009 ble også fasader og skifertaket på skolen rehabilitert, og vinduer skiftet ut (3.24).

3.3.4 Teknisk tilstand

Våren 2012 ble det på bestilling av Bergen kommune utarbeidet en tilstandsrapport som ble utført av M3 Arkitekter. Senere samme år ble det utarbeidet enda en tilstandsrapport av Sweco AS (3.24) etter pålegg fra Arbeidstilsynet.

Det er den sistnevnte tilstandsrapporten man her har hatt tilgang til, og kommer derfor til å bruke denne som et grunnlag for å beskrive status på bygningens tekniske tilstand i 2012.

I rapporten fremheves det at bygget har problemer med fuktinntrengning fra utside av bygg, noe som har ført til sopp- og råteskader inne i bygget. Lukt og dårlig inneklime har vært et problem for både elever og ansatte på grunn av dette. Rent helsemessig trekkes det frem at bygget er for kaldt, og at det ikke er tilstrekkelige muligheter til å regulere temperaturer i oppholdsrom og ganger. Toaletter, garderober og arbeidsrom for de ansatte blir også vurdert som for dårlig (jf. arbeidsmiljøloven). Det anbefales videre en innvendig rehabilitering og utskiftning av ventilasjonsanlegg.

Den totale kostnaden av utbedringer ble i rapporten vurdert til 114,7 millioner kroner fordelt over 10 år, der 54 % skulle gå til verdibevarende vedlikehold og de resterende 46% skulle gå til utviklingskostnader. Det ble også slått fast at det ikke ville være hensiktsmessig å vurdere restlevetid på bygget, da rivingsalternativet sannsynligvis ikke er realistisk på grunn av byggets høye verneverdi.

Kulturhistorisk rapport er utarbeidet av Byantikvaren i Bergen, der Nordnes Skole blir vurdert som et bygg med svært høy verneverdi (3.21).

3.3.5 Klimagassberegninger og bærekraft

Ved Nordnes Oppveksttun er det ikke utført livsløpsanalyse eller klimagassregnskap knyttet til ombygging og videre drift av det oppgraderte bygget. I tilstandsrapporten fra Sweco blir det gjennomgått en enkel energianalyse der det påpekes at man kan spare opp til 185 000 kWh ved å gjøre tiltak ved lys og lysstyring i bygget, samt installere balansert ventilasjon.

3.3.6 Vedtak

I skolebygget vil eksisterende planløsning beholdes i størst mulig grad. Utbyggingen på Nordnes oppveksttun omfatter tre deler:

1. Utbygging av nye barnehageplasser på ny tomt.
2. Nødvendig rehabilitering av skolebygget.
3. Ombygging/ påbygging i skoledelen som er nødvendig og er en konsekvens av omdisponering av arealer til barnehage.

Utbygging vil skje i Haugeveien 40 der et eldre bygg skal bygges om til barnehage. I tillegg skal det bygges et nybygg på samme tomt. De vil til sammen utgjøre maks ca. 700 m² brutto. Denne delen av oppveksttunet vil inneholde personalrom, nærkontor, garderobe og lekeareal ute på 360 m² netto. Deler av skolebyggets areal skal også disponeres til barnehage med nødvendige fasiliteter og utgjør ca. 400 m² netto og lekeareal på 200m.

Etter ombyggingen vil deler av Fredriksberg barnehage ha arealer som blir omgjort til skoleareal. Skolen skal utvides med ca. 360 m² på to etasjer. Gymsalen vil oppgraderes med ny garderobe og dusj.

Den første fasen av prosjekteringsarbeidet med Nordnes skole pågikk frem til høsten 2017, og det ble fastsatt en beregnet kostnadsramme på 308 millioner NOK. Det ble blant annet bestemt at man skulle utvide heis slik at denne ble godkjent i forhold til krav om universell utforming, og at heisen skulle gå helt ned til kjeller. Man ønsket seg ny plasstøpt trapp i hovedbygget, samt en del andre relativt kostbare tiltak. I denne første delen av prosjekteringen la man til grunn at skolens planløsninger i stor grad skulle forbli slik de har vært tidligere. Dette ble endret etter ønske om å følge Bergen kommunes nye skolebruksplan fra 2016; «Rett bygg på rett sted til rett tid» (3.25), der det presiseres at man ønsker såkalte *fleksible arealer* med *hjemmeområder* ved alle skoler i Bergen kommune. Denne strategien med sine klare visjoner om hvordan skolene i Bergen skal utformes fikk konsekvenser for prosjekteringsarbeidet ved Nordnes skole, og *byrådsavdeling for barnehage, skole og idrett* (BBSI) ønsket derfor endringer på utforming av planløsninger for bygget. I praksis innebar dette at man nå ønsket å åpne opp en del innervegger for å gjøre rommene større. Dette krever blant annet ekstra rivingsarbeider inne i bygget. Etter en gjennomgang av kostnadsanalyser ble det søkt gjennom Etat for utbygging om enda mer bevilgning til prosjektet, og *komite for finans, kultur og næring* oppjusterte total investeringsramme med 55 millioner, fra 308 millioner til 363 millioner i et vedtak fra 27.03.2019 (3.26)

Følgende kostnadsdrivere er listet opp for prosjektet etter de siste endringene i prosjektering (3.26):

- Etablering av en rekke åpninger i teglvegger noe som medfører omfattende rivearbeider, avstiving og nye dører/glassvegger i åpningene.
- Ny VA-rammeplan med separering av overvann og spillvann – gir større omfang av grunnarbeider.
- Montering av ny og større heis i skolen med forlengelse ned til underetasjen, noe som krever komplisert sprengning, samt nytt løftebord i utvendig hjørne mot skoleplass.
- Ny plasstøpt trapp for intern transport mellom etasjene.
- Nye arker på tak for å få dagslys til undervisningsrom.
- Rehabiliterer eksisterende tredører i bygget.
- Kompliserte sprengningsarbeider ved vegg/grunnmur mellom skole og barnehage.
- Isolering av yttertak fører til heving av tak ved gesims
- Bygge om eksisterende toaletter til garderober
- Endre trappeløsning i vaktmesterbolig og etablere heis, samt ny utvendig rømningsvei
- Nye løsninger for utendørsarealene med hensyn på universell utforming, og komplett rehabilitering av fasader
- Komplette nytt elektrisk anlegg, inkludert IKT
- Bossuganlegg som knyttes til nytt anlegg i Haugeveien
- Fjerning av oljekjel, og tilknytning til fjernvarmeanlegg
- Nytt tilbygg (i ny stil)
- Nytt bygg for barnehage

3.3.7 Økonomi

Prosjektet er finansiert gjennom Bergen kommune, og bevilgningene blir godkjent gjennom byrådsavdeling for finans, næring og eiendom. Kostnadene knyttet til prosjektet er beregnet av entreprenør/prosjekterende som har jobbet sammen med Etat for utbygging i en samspillsentreprise.

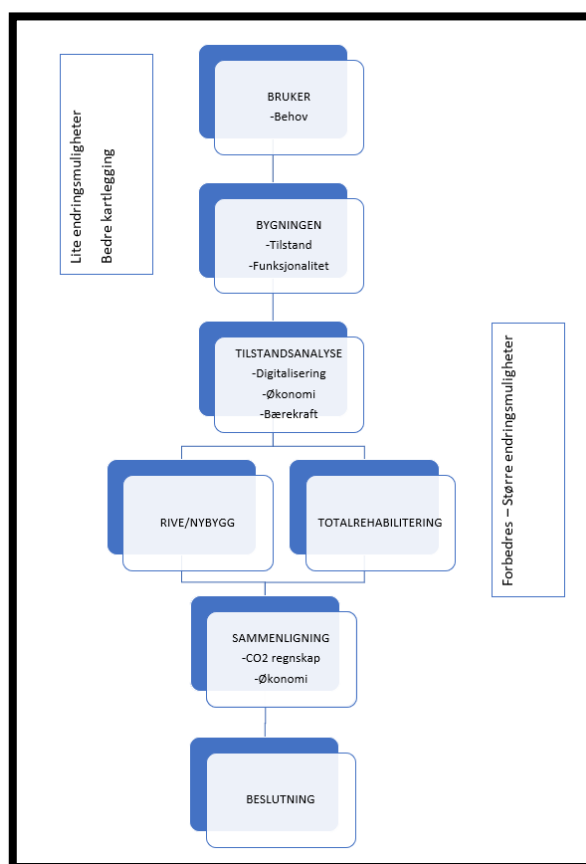
Den første kostnadsvurderingen av prosjektet kom i forbindelse med tilstandsanalysen i 2012 som ble utarbeidet av Sweco (3.24). Vurderingen var basert på de punktene som ble påpekt som avvik i rapporten, og kostnadene ved å utbedre disse. Det totale kostnadsestimatet ble i rapporten ble beregnet til 56 millioner kroner.

Etter videre projektering der skolens brukere og forskjellige utvalg fikk uttale seg om ønsker knyttet til ombygging av skolen endte man på et foreløpig kostnadsestimat på 308 millioner kroner. Denne summen ble bevilget til prosjektet 21.08.2018 i gjennomføringsvedtak 46/18 (3.24). Etter videre diskusjon, og et ønske om å innføre en åpen skoleløsning med *fleksible arealer* og *hjemmeområder* i skolen, ble kostnadene ved prosjektet justert til 363 millioner kroner. Denne oppjusteringen ble den 27.03.2019 behandlet og godkjent av komité for finans, kultur og næring.

4. Drøfting av case

Vi har underveis sett på valg av fornyingsform, og har prøvd å systematisere prosessen. Figur 20 representerer vårt inntrykk så langt i oppgaven. Ved oppstart av fornying ser vi at behov, tilstand og funksjonalitet gir lite endringsmuligheter. Det er derfor viktig å kartlegge disse grundig for å ha et bedre utgangspunkt før valg av fornyingsform. Basert på kartleggingen vil mulighetene være noe klarere. Ved bruk av verktøy som mulighetsstudie og rom- og funksjonsprogram vil det kunne gi svar på om bygget er skikket for videre bruk. Når alternativer er kommet på bordet, bør disse vurderes på bakgrunn av miljø og økonomi. Til slutt kan en beslutning fattes.

Etter nærmere sammenligning av de ulike casene vil vi bruke informasjonen så langt for å utarbeide veilederen.



Figur 20: Foreløpig prosesskart

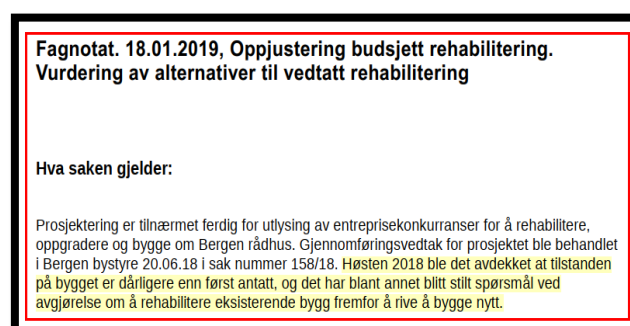
4.1 Rådhuset

Teknisk tilstand

Rådhusets tilstand bærer preg av vedlikeholdsetterslep. Dette skyldes at kommunen har prioritert fornying av blant annet skoler foran administrasjonsbygg. Resultatet av at rådhuset ikke har vært prioritert i kommunens budsjetter for vedlikehold er at bæresystemer har forfalt og fått betydelige svekkelser, og at disse problemene har vist seg å bli kostbare for kommunen.

I ombyggingsprosjektet ved Bergen Rådhus ble det i 2014/15 utarbeidet en tilstandsanalyse av Betec AS. I denne analysen ble det påpekt overfor Bergen kommune at man hadde relativt store skader i de bærende betongsøylene som er integrert i byggets fasade. Det ble den gang foreslått at man etablerte et katodisk anlegg på armering, og at betongskadene ble utbedret. I rapporten ble det påpekt at disse skadene helst burde utbedres innen 1-2 år for å unngå at skadene fikk utvikle seg videre. Betec vurderte at disse utbedringene ville koste omtrent 30 millioner kroner. Denne rapporten ble utarbeidet etter at kommunen hadde vedtatt at bygget skulle gjennomgå en innvendig ombygging. I tidsrommet fra 2015 til 2019 ble det gjennomført forskjellige pilotprosjekter for å finne en metode som ga et tilfredsstillende resultat med tanke på mekaniske egenskaper og estetisk uttrykk i utvendige søyler. I 2019 ble det fremlagt en ny tilstandsrapport av Betong Consult og Smidt & Ingebrigtsen AS der tilstanden til søylene enda en gang ble gjennomgått. I denne rapporten kommer det frem at flere av søylene mangler vertikal armering og bøylearmering sammenlignet med den mengden det var prosjektert for. Det ble i tillegg tatt prøver av betongen i søylene for å kartlegge betongens fasthet, der prøvene har påvist at denne er lavere enn først antatt.

Etter at denne rapporten ble overlevert til Bergen kommune ble det fra kommunen stilt spørsmål ved om den planlagte ombyggingen/rehabiliteringen fremdeles var det mest fornuftige alternativet. Som en konsekvens av dette ble det derfor utarbeidet en ny kostnadsberegning og et klimagassregnskap for både ombyggingsalternativet og et eventuelt riving-/nybyggalternativ. Dette må ses i lys av at prosjekteringen for ombygging innvendig allerede var ferdig, og prosjektet allerede var vedtatt i Bystyret.



Figur 21: Fagnotat (Bergen kommune 2019)

Dette viser at tilstandsanalysen i dette prosjektet har hatt betydning for planarbeidet og budsjetteringen i prosjektet. Det er flere grunner til at problemene og mulige løsninger ved Rådhusets søyler har trekt ut i tid. At man ikke avdekket manglende armeringstverrsnitt og den lavere betongfastheten allerede i rapporten fra 2015 kan skyldes at analysenivået ikke har vært høyt nok. Det er i tilfellet rådgivende firma som må sørge for å påpeke dette overfor bestiller. Spørsmålet blir da om dette er noe man i det hele tatt kunne forutsett på daværende tidspunkt. Fra et kostnadsperspektiv kunne dette blitt graverende om det hadde vist seg at prosjekteringen av ombyggingsprosjektet måtte erstattes med et prosjekt for riving/nybygg. Man kan også med stor grad av sikkerhet slå fast at bedre rutiner når det gjelder kontroll av byggets tilstand og oppfølging av vedlikehold ville forhindre et slikt forfall i bygget.

Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet

Bergen rådhus er et kontorbygg som nærmer seg 50 år og preges av større vedlikeholdsetterslep. Både feil og mangler avdekket i utredningsfasen viser at bygget ikke er helt skikket til dagens bruk. I dag brukes rådhuset av byrådsavdelingen, bystyrets kontor, heltidsansatte politikere, og dette utgjør til sammen 250 arbeidsplasser i bygget pr i dag.

I et fagnotat skrevet 04.05.2018 av Bergen kommune (4.1), kommer det frem at svakhetene i bærekonstruksjon har ført til utflytting fra lokalet tidligere enn opprinnelig planlagt. Vurderingene sammen med strakstiltaket vil hindre mulighetene for normal drift i deler av bygget, men gir mulighet for å gjennomføre oppgraderinger og ombygginger. Behovet for innvendig oppgraderinger skyldes lav, eller for dårlig standard sammenlignet med dagens krav. Innvendig er rådhuset beskrevet til å ha store svakheter knyttet til energibruk, universell tilgjengelighet, brannsikkerhet, rømningsforhold, arbeidsmiljø og tekniske anlegg. I det samme dokumentet blir det forklart at rådhuset ikke har gjennomgått større fornyelser siden det ble bygget i 1974. Kontorbygget vil dermed ha en utforming som stammer fra datidens design og brukerkrav. Dette betyr at romløsningene kan oppleves som utdaterte og ineffektive for brukerne. Endringen til en aktivitetsbasert arbeidsplass har som mål utbedre disse problemene.

I et saksdokument fra kommunen (4.2 s.2) beskrives mål for forbedringene og utformingen av arbeidsplassen:

1. Modernisering og mer effektiv og innovativ tjenesteyting.
2. Bedret samarbeid og smart bruk av teknologi.
3. Økt trivsel og godt arbeidsmiljø.
4. Fysiske rammer som gir høy grad av fleksibilitet og deling.
5. Kostnadsreduksjon og redusert miljøbelastning gjennom mer effektiv arealbruk.

Moderniseringen av bygget kommer på et tidspunkt der bygget ikke lengre i stand til å dekke brukerkravene på en tilfredsstillende måte. Utførelsen av de nødvendige oppgraderingene sikrer virksomhetens evne til drifte bygget videre på en effektiv måte. Planløsningen som brukes i dag (cellekontor), er vurdert som mindre produktive utfra dagens behov. Ettersom den var etablert for 50 år siden kan det være hensiktsmessig å endre til aktivitetsbasert kontorløsning. Kommunens tanke rundt denne utformingen har vært deling, samarbeid, og kontakt. I Byggforsk (4.3) omtales dette som en prosessrelatert omlegging, som betyr at valget for aktivitetsbasert kontorløsning stammer fra behovet for effektive arbeidsmetoder og arealeffektive kontorløsninger. Dette stemmer godt overens med dokumentene lagt frem av kommunen. Etter ombyggingen vil rådhuset kunne ha høyere grad funksjonalitet i form av bedre kommunikasjon innad, økt samarbeid, bedre arbeidsmiljø, og plass til 150 flere ansatte (4.1). Den nye utformingen vil også kunne gi gevinster knyttet til bedre tjenesteyting for innbyggerne i kommunen.

Rådhuset vil naturligvis ha sine begrensninger knyttet til bygningskroppen. Byggets fasade er verneverdig og er en av hovedgrunnene til at bygget ikke blir vurdert revet. (hovedgrunnen til at bygget ikke skal rives). Et nytt bygg kan sikre høyere grad av tilpasningsdyktighet enn bygget har i dag. Riving har vært drøftet som en alternativ fornyingsform, men er vurdert som ikke aktuell. Rådhuset er likevel et bygg med god generalitet og fleksibilitet. Ettersom store deler av bæresystemet ligger i betongfasaden, er det mulig å endre og utforme det indre rommet etter behov. Etasjehøyden er lav i forhold til tekniske krav og ligger på netto 3,25 m og vil hindre muligheten for større ventilasjonskanaler. Tiltakene som er iverksatte vil i tillegg gi gevinst ved å øke den funksjonelle og tekniske levetiden med nye 50 år.

Økonomi

Etter at man har kartlagt det faktiske skadeomfanget på bygningens bærende søyler har Bergen kommune vært nødt til å oppjustere investeringskostnadene til ombyggingsprosjektet fra 462,8 millioner til 519,1 millioner, i tillegg kommer 20 millioner i omkostninger i forbindelse med flytting og leie av nye lokaler. Fordi at skadene og manglene var såpass alvorlige ble det bestemt at man også skulle stipulere et overslag på investeringskostnadene til et riving-/nybyggprosjekt. Her kommer Etat for utbygging frem til at dette ville kostet totalt 920 millioner kroner.

Styrings- og kostnadsramme	Fasader	Innv ombygging	Samlet
Grunnkalkyle	110,3	321,3	431,6
Forventet tillegg	15,5	38,2	53,7
Forventet kostnad (P50)	125,8	359,5	485,3
Usikkerhetsavsetning	13,6	20,2	33,8
Kostnadsramme (P85)	139,4	379,7	519,1

Kostnadskomponent	Estimat (MNOK)
Kortsiktig rehabilitering/forlenging levetid	50
Riving av eksisterende bygg	50
Nybygg	680
Alternativkostnad ved innleie	140
Sum riving og nybygg	920

Figur 22: Fagnotat (Etat for utbygging - Bergen kommune)

Rambøll AS fikk i den anledning i oppgave å utarbeide en LCC-analyse av de to alternativene. Denne analysen konkluderte med at de to alternativene omtrent har de samme livssyklus kostnadene knyttet til seg. Det skal likevel bemerkes at Etat for utbygging mener at Rambøll sitt estimat av investeringskostnader for nybyggalternativet var for lavt i denne analysen. Dette blir kommentert i fagnotat fra 18.01.2019, «Oppjustering, budsjett, rehabilitering» (3.14). Etat for utbygging har beregnet 920 millioner i totale investeringskostnader, mens Rambøll har bruk 447,5 millioner der nåverdien av en avhendingskostnad på 67 millioner er inkludert. Det kan også se ut til at Rambøll ikke har tatt hensyn til selve rivingsarbeidet i deres beregning av LCC-kostnader om disse ikke inngår i kapitalkostnader.

Livssyklus kostnader Bergen Rådhus

2.7 LCC-resultat

Tabell 2 viser beregnet nåverdi og årskostnad for nybygget. Første kolonne (Kostnader) viser hva er de estimerte kostnadene for en ny bygning og drift og vedlikehold i løpet av det første året. Nybygget vil ha noe restverdi etter 50 år.

	Kostnader	Nåverdi	Årskostnad	Restverdi
	NOK	NOK	NOK/år	NOK
1 Kapitalkostnader	466 573 687	447 581 813	15 589 143	67 076 555
2 Forvaltning	347 073	9 860 828	343 450	-
3 Drift	2 779 948	85 333 485	2 972 140	-
4 Vedlikehold	957 941	27 216 427	947 940	-
5 Utvikling	4 239 727	120 456 564	4 195 467	-
6 Service-/støtte	-	-	-	-
Totalsum		690 449 117	24 048 140	67 076 555

Tabell 2: Bergen Rådhus nybygg LCC-resultat (50 års analyseperiode, 100 års levetid)

Tabell 3 viser beregnet nåverdi og årskostnad for det rehabiliterte bygget. Første kolonne (Kostnader) viser hva er de estimerte kostnadene for rehabilitering av den gamle bygningen og drift og vedlikehold i løpet av det første året.

	Kostnader	Nåverdi	Årskostnad	Restverdi
	NOK	NOK	NOK/år	NOK
1 Kapitalkostnader	427 353 801	427 353 801	14 884 607	
2 Forvaltning	347 073	9 860 828	343 450	
3 Drift	3 697 527	117 754 443	4 101 353	
4 Vedlikehold	987 481	28 055 699	977 172	
5 Utvikling	4 423 586	125 680 247	4 377 406	
6 Service-/støtte	0	0	0	
Totalsum		708 705 018	24 683 987	-

Tabell 3: Bergen Rådhus rehabilitert (50 års levetid)

Figur 23: Livssyklus kostnader Bergen rådhus (Rambøll AS)

Ved å gjennomføre disse kostnadsanalysene av investeringskostnader og LCC-analyse, ser man tydelig at det i rådhusets tilfelle er rimeligere med ombygging fremfor å rive og bygge nytt. Av Rambøll sin rapport kommer det frem at driftskostnadene knyttet til nybygget er omtrent 30 % lavere, men at dette ikke kompenserer for de langt høyere investeringskostnadene som oppstår ved riving/nybygg. Det er da tatt forbehold om at investeringskostnadene som har blitt beregnet av Rambøll er for lave.

Bærekraft

Rådhuset som et offentlig bygg møter PBL §1-1 sitt krav om bærekraft på en god måte. At bygget får forlenget levetiden sin i nye 50 år, bidrar til en bedre utnyttelse av utslippene fra det ble bygget. Bygg21 sine argumenter for levetid legger vekt på fleksibilitet for fremtidige behovsendringer. Dette klarer rådhuset å ivareta siden bærekonstruksjonen ligger i fasaden, slik at planløsningen kan tilpasses i mye større grad enn om det hadde vært søyler og bjelker i veien. Et annet punkt her er hvorvidt fornyingen innvendig utføres med tanke på fremtidige endringer, slik at det vil skape mindre avfall. Siden det bygges om fra cellekontor til aktivitetsbasert kontorlandskap vil det være minimalt med lettvegger, og siden disse utføres i et gridsystem legges det til rette for at fremtidige endringer blir enklere (4.7, s. 104).

Den innvendige ombyggingen bidrar til å utnytte de eksisterende arealene på en bedre måte. Overgangen til aktivitetsbasert kontorlandskap medfører at flere ansatte kan disponere rådhuset, og frigjør arealer andre steder samt reduserer eventuelle leiekostnader der. Dette er akkurat det Bygg21 skriver om vedrørende smart utnyttelse av arealene.

Rådhuset sin ombygging skaper en del avfall, primært fra innvendig materiell. Det er usikkert i hvor stor grad asbesten i bygget påvirker gjenbruksmuligheten til de ulike materialene. Men ved at råbygget skal bli brukt videre, støtter det oppunder sirkulærøkonomiens struktur ved at eksisterende materialer blir reparert og gjenbrukt. Bruken av eksisterende betong medfører et lavere livsløpsutslipp, og fungerer som en klimabank. Grunnet verneverdien vil det ikke bli utført større inngrep som å kle inn fasadene, og dette medfører at fasaden må ha et større vedlikeholdsfokus i tiden fremover. Det er fremsatt krav til EPD for alle nye materialer, som medfører at klimagassregnskapet blir lavere, og mer detaljert.

Grunnet begrensningene ved bearbeidelse av fasadene, blir ytterveggene ikke isolert utvendig. Videre blir tiltakene innvendig begrenset av faren for kondens og muggsopp. Samlet medfører dette at U-verdiene til ytterveggene blir høyere enn kravene gitt i TEK17. Kommunen har søkt om dispensasjon til å fravike fra kravene til energieffektivitet rundt U-verdiene, da disse er begrenset av verneverdien til fasadene, og kostnader knyttet til større inngrep. (4.4) Oppgraderingen av det tekniske anlegget, samt at ombyggingen innvendig vil bidra til redusert energiforbruk, og utslipp forbundet med kraftproduksjon. Oppgradert varmeanlegg vil utnytte fjernvarmen bedre, som også vil bidra til å redusere strømforbruket i forbindelse med oppvarming. Det ble foreslått solceller på deler av bygget, men beregningene viste at det ikke var lønnsomt. Videre godtok ikke byantikvaren solceller på fasade da det ødela byggets helhetsinntrykk. Det er forståelig at solceller ikke er aktuelt grunnet vernestatusen til fasaden, men det har blitt bestemt at takarealet skal få solceller. Totalrehabiliteringen medfører at det totale energibehovet er estimert redusert med 68 kWh/m² for oppvarmet BRA per år. Det tilsvarer ca. 767.000 kWh i året, inkludert ca. 10.000 kWh fra solcelleanlegget.

Bergen kommune fikk utført en analyse for klimagassutslipp ved de to alternativene, totalrehabilitering og riving med nybygg. Ved at dette ble utført støttet de oppunder sin egen føring fra «Bestemmelser til KPA §18.4» som krever klimagassregnskap ved «nybygg over 1000 m² BRA», og ved «valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg.» (4.5) Analysen viser grafisk forskjellene av de to løsningene på en god måte, og er et godt argument som taler for ombygging sammenlignet med riving/nybygg.

Rådhuset skal bli sertifisert etter BREEAM-NOR, med mål om karakteren Very Good. (4.6) Grunnet totalrehabiliteringen er verktøyet blitt skreddersydd for prosjektet. Det medfører at flere punkter ikke blir med i verktøyets vurdering av bygget, og at karakteren Excellent ikke blir oppnåelig. Noen av punktene det satses på er utslippsfri byggeplass, nye energieffektive anlegg, 90% resirkuleringsgrad på avfall. Det punktet som er mest vektlagt er bærekraftige materialvalg, og omhandler krav til EPD, krav til ytelse, og klimagassberegninger (4.7, s. 9). Det er veldig positivt for markedet at kommunen viser vilje til å miljøsertifisere i en totalrehabilitering. Fra kostnadsberegningene som omhandler solcellepanel kommer det frem at dette er et tapsprosjekt (4.8), men trolig grunnet BREEAM i kombinasjon med kommunens grønne strategi blir disse likevel installert. Det gir et helhetlig inntrykk om satsingen på bærekraftige løsninger fra kommunen.

4.2 Fylkeshuset

Teknisk tilstand

Fra fylkeskommunen blir det påpekt at man har vannlekkasjer i fasade, og at bygget tekniske anlegg, inkludert el-anlegg, ikke er av tilfredsstillende kvalitet.

Fylkeskommunen har konkludert med at bygget skal rives og et nytt kontorbygg skal føres opp på samme tomt.

I vår analyse av prosessene som har ført frem til valg av et riving-/nybyggprosjekt, har vi ikke hatt tilgang til dokumenter som viser utfyllende teknisk tilstandsanalyse eller -rapport. Det er derfor vanskelig å si noe veldig konkret om byggets tekniske tilstand utover det som er nevnt tidligere i denne oppgaven. Vi savner innsikt i de tilstandsanalysene (med tilhørende rapport) der man vurderer om byggets bærekonstruksjoner kunne vært beholdt, og en vurdering av et alternativ der man fornyer fasade og innvendige arealer med tekniske anlegg i det eksisterende bygget. Av rapportene som foreligger kommer det frem at høyblokkens bæresystem er i relativt god stand, og kunne derfor blitt brukt videre om man tilpasset et ombyggingsprosjekt rundt dette. Videre er det uttalt at skader forårsaket av klorider på betongsøyler og -dekker i mellombygget blir vurdert som såpass alvorlige at konstruksjonen bør rives.

Et interessant alternativ som det ikke foreligger utredninger for er om dagens høyblokk kunne vært beholdt, og at man delvis rev og bygget nytt der dagens mellombygg er lokalisert. Det er bestemt at det nye fylkeshuset skal beholde de gamle fundamentene og andre tunge betongkonstruksjoner som ligger i grunnen. Disse konstruksjonene er i brukbar stand, og vi mener dette er en god avgjørelse siden rivning og oppføring av ny fundamentering ville resultert i en kostbar og komplisert prosess.

Funksjonalitet

Fylkestinget i Hordaland fattet vedtak i 2015 om arealøkonomisering, i forbindelse med dette er det satt i gang en fornyingsprosess av fylkeshuset i Bergen. Fylkeshuset har vesentlig mangler knyttet til teknisk anlegg, høyt energiforbruk, og store variasjoner i innetemperatur. Bygget har i liten grad blitt oppgradert siden den ble bygd i 1972, og har en rigid struktur med gamle tekniske løsninger. Datidens Hordaland fylkeskommune var også i en sammenslåingsprosess sammen med Sogn og Fjordane. Sammenslåingen har ført til flere usikre faktorer som, antall kontorplasser pr. avdeling etter sammenslåing, nye arbeidsoppgaver, og organisering av arbeidet. Videre er det et ønske at det nye bygget skal ha gode arbeidsplasser for fremtidige generasjoner, være tilgjengelig for offentligheten, og andre brukergrupper. Det nye bygget skal ha aktivitetsbasert kontorkonsept og med plass til 1000-1100 ansatte og 300 besøkende. Fordelingen av de ansatte er 600 fra fylkeskommunen og resten fra eventuelle leietakere. Denne fordelingen kan endre seg over tid og med nye oppgaver (**Feil! Fant ikke referanseilden., s.4**).

I forbindelse med prosjektet har fylkeskommunen brukt rom- og funksjonsprogram (RFP) og mulighetsstudie som kartleggingsverktøy. Det er utarbeidet mulighetsstudie av HML Arkitektur AS. Den tar for seg eksisterende bygg, og ser på mulighetene og utfordringene knyttet til prosjektet. Tanken er å vurdere hvordan høyblokken kan rehabiliteres og utvikles, samt gi en helhetlig vurdering av byggets potensiale. RFP tar for seg daværende Hordaland fylkeskommunes behov og ønsker som en organisasjon og utarbeider sine anbefalinger og behovsskildringer ut ifra dette. Samspillet mellom ansatte, aktiviteter og nødvendige areal er noe av det som ligger til grunne. Dokumentet har klare overordnede mål for nybyggprosjektet: (**Feil! Fant ikke referanseilden., s.8**).

- Økt fleksibilitet
- Bedre arbeidsmiljø og helsegevinster
- Økt samhandling på tvers
- Tjenesteorientering og brukerretting
- Effektivitet
- Miljøgevinster
- Økonomi

Vurderingene i kartleggingsprosessen søker etter styrke deres evne til å utføre administrativarbeid og tjenesteyting på en effektiv måte. Aktivitetsbasert kontorkonsept kan styrke samhandling internt mellom ulike avdelinger. Kontorbygget er også i liten grad oppgradert på 50 år, noe som påvirker arbeidsmiljøet. Slik den står i dag, dekker bygget ikke kravene til funksjonalitet, noe kan tyde på at modernisering er nødvendig. Samfunnsendringene skaper usikkerhet rundt kontorbyggets tilstrekkelighet, fornying vil sikre byggets evne til å imøtekomme nye brukerkrav i fremtiden.

Fylkeshuset består i dag av to hovedkonstruksjoner, disse er høyblokken og mellombygget med felles underetasje. I tillegg åpner reguleringsplaner åpner for utvidelse og effektivisering av arealbruk. Høyblokken har bærekonstruksjon av plasstøpt betong og er i bedre forfatning enn mellombygget, og uten vesentlige skader. Det er likevel kommet anbefalinger om å rive dette bygget. Dette skyldes manglende fleksibilitet, arealeffektivitet og kvalitet. Den avstivende kjernen og netto etasje høyde på 2,6-2,8 m i høyblokken hindrer muligheten til å endre planløsning og begrenser tekniske føringer. Byggets generalitet og fleksibilitet er derfor vurdert som ikke tilstrekkelig. Videre kan vi se at tilpasningsevne til mellombygget begrenses på grunn av skader og kapasitet til bærekonstruksjonen, vil dette hindre muligheten for et påbygg. Riving kan da være den beste løsningen for å utnytte tomten bedre.

Samlet vurdering av fylkeshuset viser at bygget er noe manglende med hensyn til generalitet, fleksibilitet, og elastisitet. Ved å erstatte mellombygget med et nybygg vil ikke bare gi muligheten til å bedre utnyttet tomten, men også sikre høyere grad av tilpasningsdyktighet, økt funksjonalitet med skreddersydde løsninger, og dobbelt kapasiteten for ansatte. Siden fylkeshuset er et offentlig bygg stilles det også strengere krav til universell utforming, som lettere kan ivaretas i prosjektering av et nybygg.

Økonomi

Fylkeskommunen ønsker seg et nytt og mer arealøkonomisk bygg. De økonomiske valgene som har blitt tatt må sees i sammenheng med mål om funksjonalitet og brukervennlighet. Arealeffektiviseringen innebærer at arealene i bygget i større grad enn tidligere utnyttes til verdiskapende arbeid. For å fremme dette målet har fylkeskommunen vedtatt at arbeidsplassen må moderniseres ved å ta i bruk nye teknologiske og digitale verktøy. Det er også vektlagt at man trenger mer hensiktsmessig utforming av plan- og romløsninger.

Før endelig vedtak om at bygget skulle rives og bygges nytt ble det blant annet vurdert forskjellige eierskapsformer. Det ble også vurdert om fylkeskommunen skulle eie bygget selv og drifte dette videre, eller om det ville være en bedre løsning å selge bygget for så å leie hos ny eier. Disse vurderingene la da grunnlaget for å kunne fatte det beste økonomiske valget man kunne ta med de forutsetningene som forelå.

Man endte på et valg der fylkeskommunen selv eier og drifter det nye bygget gjennom et eiendomsselskap som er 100% eid av fylkeskommunen. Siden man også har valgt å bygge så stort at man utnytter hele bruttoarealet som tillates i kommunens reguleringsplan vil bygget frembringe leieinntekter som økonomisk sett gjør prosjektet meget gunstig.

Vi kan ikke se at det er gjort økonomiske vurderinger av et ombyggingsprosjekt som alternativ til den valgte løsningen. Dette kan være problematisk om man ønsker å skape klarhet i hvilket alternativ som faktisk er det mest gunstige rent økonomisk. I vurdering av et ombyggingsprosjekt der fylkeshuset delvis rives (mellombygget) og bygges nytt, ville man gjerne hatt lavere investeringskostnader. Samtidig kan det antas at en vil oppnå det samme bruttoarealet som ved et nybygg i et slikt alternativ, og dermed sikret de samme leieinntektene. Dette er noe som er rimelig å anta, men som man ikke vet med sikkerhet, siden det ikke foreligger en slik vurdering.

Bærekraft

I likhet med rådhuset i Bergen, blir all innmat behandlet som avfall. Det ble også her funnet asbest som trolig medførte større mengder avfall grunnet sanering. Primært er det lite sirkulærøkonomi rundt prosjektet. Store deler av fundamentene og kjellerstrukturen skal bli gjenbrukt som en del av nybygget. Dette reduserer avfallet av betong betraktelig, da det er en stor andel av betongen som er brukt der. Men entreprenørfirmaet LAB har fått godkjenning fra Miljødirektoratet til å bruke 21.000 tonn betongavfall fra fylkeshuset som fyllmasser til gang- og sykkelveier (4.10). Fordelen her er at betongen erstatter utvinning av fyllmasser fra naturen, som igjen sparer naturen for inngrep. Videre sparer den naturen for klimagassutslippene fra utvinningen av fyllmassene, og fra transporten av disse.

I Bygg21 sine prinsipper vil levetiden til nybygget være minimum 60 år, og sett i lys av byggemåten vi har i dag vil det være større fleksibilitet rundt planløsninger og endringer på tekniske anlegg. Dagens byggeskikk bidrar til å gi bygget bedre levetid ved at det blir brukt moduler som enklere kan skiftes ut etter behov. Med dette menes hulldekker og ulike stålprofiler som sammen utgjør seksjoner på bygget lettere kan demonteres for utskiftning, eller bygges på.

Arealutnyttelsen vil bli bedre på flere måter. Nybygget vil først og fremst utnytte tomten bedre, ved at det skal bygges et nytt tårn. Men viktigst av alt skal arealet innvendig være basert på aktivitetsbasert kontorlandskap, som igjen øker antallet ansatte per m². Slik som med rådhuset, er dette akkurat det Bygg21 omtaler under effektiv utnyttelse av arealene.

Nybygget vil etter dagens standarder, og med mulig påvirkning fra BREEAM-NOR verktøyet bli et godt og energieffektivt bygg. Nye vinduer, bedre utnyttelse av fjernvarme, og solceller på begge takene bidrar til å redusere energibruken spesielt til oppvarming. Det har ikke blitt funnet noe dokumentasjon vedrørende andre grønne løsninger som energibrønner eller solfangere. Taket blir utformet som et fordryningsbasseng for nedbøren, som er et tiltak for å redusere belastningen på overvannssystemet.

Fylkeskommunen har som vi har sett, ikke utført klimagassregnskap slik som kommunen har gjort for rådhuset. Dette er synd da det kunne gitt et bedre analysegrunnlag for bærekraft. Det kan også stilles spørsmål til hvorfor de eventuelt ikke har utført dette. I bestemmelsene til Bergen kommunes KPA, er det etter §18-4 krav til klimagassberegninger. Hvis det kravet kom med revideringen i 2019, så var det ikke gjeldende når fylkeskommunen vedtok å rive bygget. Vedrørende CO2 utslipp, så har vi kun sett at det har blitt nevnt i en bisetning i Rom- og funksjonsprogrammet fra Fylkesrådmannen datert 24.08.2018: «Gjenbruk av betongkonstruksjonane vil òg gje eit betre CO2 avtrykk.» (4.11, side 4 – Høgblokka) Det er derfor merkelig at de ikke har utbrodert miljøpåkjenningene ved å bygge nytt, ettersom de i «Budsjett 2020 / økonomiplan 2020-2023» omtaler bærekraft som en del av visjonen til Vestland fylkeskommune, og har ett helt kapittel om klimaomstilling. Det kapittelet har som innledning:

«Nye Vestland fylkeskommune sin visjon er å vere nyskapande og berekraftig. Planlagde utsleppskutt som følgje av nye ferjeanbod vil halvere utsleppa innan 2022. Klimabudsjettet synleggjer og legg grunnlag for interne prioriteringar, styring og oppfølging av aktuelle tiltak. Målet er å stimulere til eit ytterlegare taktskifte i klima- og miljøarbeidet i Vestland.» (4.12)

Dette dokumentet må ha vært bearbeidet fra 2018, siden det i kapittel 1 står at det i 2019 ble lagt frem 7 arbeidsdokumenter, hvor deler av disse ble bearbeidet mellom juni til oktober. Det er derfor spesielt at bærekraft og miljøfokus de legger frem der ikke gjenspeiles rundt valget av fornyingsformen til fylkeshuset. Det kan virke som at de har et stort miljøfokus utad, men glemmer seg selv oppi dette. Da sager de av greinen de selv sitter på, hvis de skal begynne å kreve at andre skal kutte i utslipp for en grønnere fremtid.

Fordelen med at hele bygget blir nytt, er at det blir lettere å prosjektere med BREEAM-NOR. Bygget skal sertifiseres med mål om Excellent. Det er lagt opp til solceller på begge takene, som et av de grønne tiltakene. Videre vil fjernvarme forsyne bygget, og redusere behovet for elektrisk oppvarming. Det som blir spennende er å se hvordan beregningen av avfall og forurensingen blir. Tar de med avfallet og CO2 utslippene forbundet med det gamle bygget, eller blir det kun utført beregninger for nybygget?

4.3 Nordnes oppveksttun

Teknisk tilstand

Problemene ved Nordnes oppveksttun ble oppdaget etter at arbeidstilsynet ble koblet inn i forbindelse med at man hadde fukt- og råteskader i bygget.

Konklusjonene ved bygget var at man hadde et dårlig inneklime på grunn av fukt- og råteskader, og fordi varme- og ventilasjonssystemene i bygget ikke var av tilfredsstillende kvalitet. Denne rapporten ble utarbeidet i 2012, og ble starten på en lengre og mer kostbar prosess enn man kanskje hadde sett for seg i utgangspunktet. Rapporten ble i første omgang brukt som grunnlag for å prosjektere et rehabiliteringsalternativ, der innvendige arealer i bygget ble planlagt rehabilitert, og nytt teknisk anlegg skulle installeres. Rapporten ble også brukt som grunnlag til å beregne kostnadene ved en rehabilitering.

Den tekniske tilstanden til byggets mer rigide konstruksjoner, som bærekonstruksjonene, har vært god. Det har ikke vært vurdert å rive skolen fordi man har visst at levetiden på disse bygningsdelene strekker seg langt frem i tid. Verneverdien spiller også en viktig rolle her. Prosesser i etterkant der man bestemte seg for å gjøre flere tiltak enn de strengt nødvendige førte til relativt kompliserte rivnings- og sprengningsarbeider inne i bygget. Dette innebar å rive en del innervegger av teglstein for lage mer «åpne» klasseromsløsninger, samt sprengte ut fjell i kjeller for å gjøre plass til en forlenget heissjakt.

Ombyggingen på Nordnes er såpass stor at det er rimelig å anta at den blir rammet av kravene i TEK17, og at dette derfor er et naturlig referansenivå for tilstandsanalysene som har blitt gjort. Hvordan tilstandsanalysene er blitt gjennomført har man ved denne oppgaven ikke hatt tilstrekkelig informasjon om, men for å kartlegge fukt- og råteskader er det ofte nødvendig med destruktive inngrep, noe som tilsier et analysenivå på 2 eller høyere ift. NS 3424. Det kan også antas at det er vanskelig å imøtegå kravene i TEK17 i et bygg som dette, og at det har blitt søkt om dispensasjon fra en rekke krav, deriblant energikrav.

Forfallet som har skjedd ved skolen kan skyldes at jevnlig kontroll av tilstand og vedlikehold av bygget ikke har vært fulgt opp i tilstrekkelig grad. Når skadene først ble undersøkt og dokumentert, fikk dette ringvirkninger i form av at det ble fattet vedtak om hovedombygging av hele skolen.

Funksjonalitet

Nordnes oppveksttun er nesten 120 år gammelt, og har tidligere vært gjennom flere rehabiliteringer som er utført i etapper. Rehabiliteringen/ombyggingen har kommet i naturlige intervaller og variere mellom mindre og større tiltak.

Tiltakene har gitt bygget forlenget levetid og sørget for å opprettholde byggets funksjonalitet. Byggets alder gjør den mindre tilpasset dagens behov. Samfunnets endringer har gjort det nødvendig å tilpasse skolen for et mer moderne behov. Bruke areal må effektiviseres, samt fleksibiliteten i utformingen må økes. Bergen kommunes skolebruksplanen «Rett bygg til rett sted til rett tid» understøtter behovet for større ombygging. Ettersom som kommunen har holdt en åpen høring har brukerne fått muligheten til komme med innspill knyttet til utformingen. En slik høring kan danne et bedre beslutningsgrunnlag ved videre kartlegging behov.

I 2012 ble det utarbeidet en tilstandsrapport etter pålegg fra myndighetene, denne påpeker en rekke feil som påvirker brukskvaliteten til bygget. Nedslitt og utdatert interiør kan virket hemmende i undervisningsforhold og dårlig luftkvalitet kan føre til konsentrasjonsvansker. I et læringsmiljø er dette ikke ønskelig. Det etterlyses i tillegg fleksible arealer knyttet til læringsmiljøet. For en skole kan de fysiske rammene ha en del å si for undervisningen. Dette blir ivaretatt med større grad av universell utforming og endret planløsning, Deler av byggets planløsning vil forbli slik den er i dag, men velger å bygge om loftet til personalrom. Det kan tolkes som at bygget er tilpasningsdyktig nok til å kunne brukes videre med dagens formål. Ombyggingen er omfattende, men vurderingene tar bruk byggets generalitet, elastisitet og fleksibilitet og forsøker å tilpasse løsningene deretter.

Ombyggingen vil ikke bare skape et bedre læringsmiljø, men også fleksible omgivelser som gir muligheten for bedre tilpasset undervisning. Kravene rundt universell utforming sørger for mer inkluderende omgivelser som tilrettelegger for elever med spesielle behov. Ettersom skolen har en egen avdeling for barn som trenger denne typen tilrettelegging, er ombyggingen nødvendig. Ombyggingen er planlagt i to omganger, dette gir muligheten til å benytte seg av deler av bygget til normal drift.

Økonomi

Det har ikke blitt fremlagt beregninger av ombyggingsprosjektets livssyklus kostnader. I sluttrapport utgitt av Sweco fra 2012 blir det beregnet hva akutte tiltak vil kommet til å koste, men en videre beregning av FDVU-kostnader er ikke belyst. Denne rapporten ble utarbeidet før man i kommunen fattet vedtak om en større ombygging ved skolen. Om det foreligger slike beregninger for det vedtatte prosjektet vites ikke.

Bærekraft

I forbindelse med rehabiliteringen av skolen, har det vært fokus på inneklimate og miljø. Dette på bakgrunn av kommunens egne føringer for miljø og bærekraft fra dokumentet *Grønn strategi*. Dette innebærer valg av materialer basert på EPD, utslippsfri byggeplass, og valg av energieffektive løsninger. Av energieffektive løsninger er det primært oppgradering av det elektriske anlegget, nytt ventilasjonsanlegg, og tilkobling til fjernvarmen som fremheves (4.13, s.8). Videre vil nye vinduer og utskiftninger innvendig bidra til å møte kravene i TEK17 på en god måte. Det er estimert en energibesparelse på rundt 185.000 kWh årlig som følge av dette.

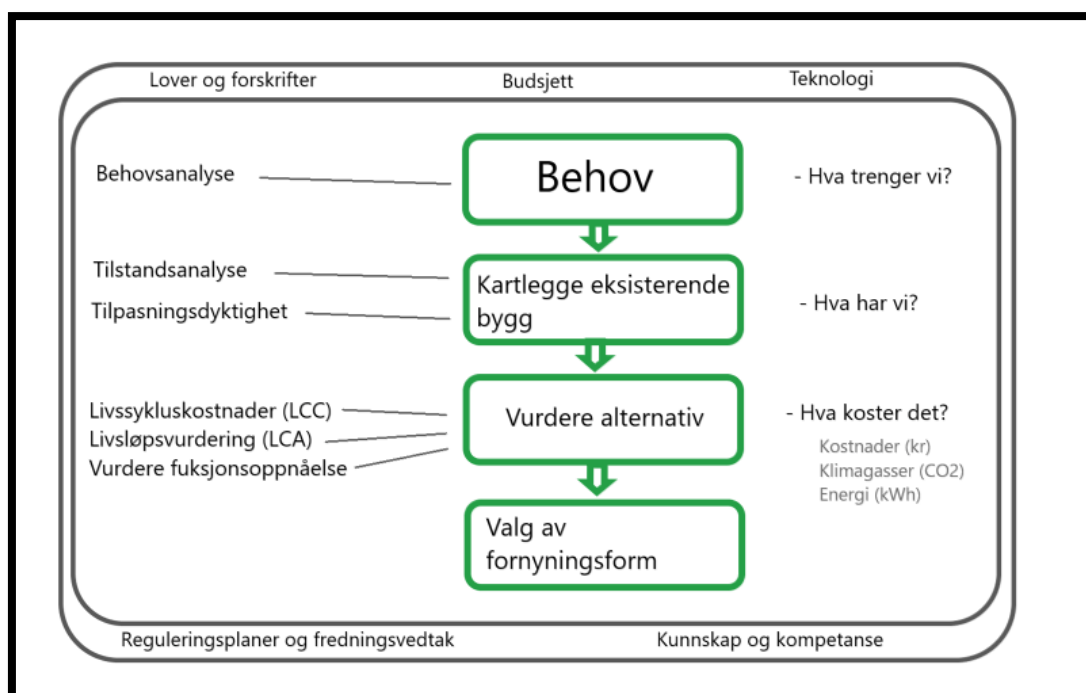
Det som er synd, er at det ikke er utført klimagassregnskap for prosjektet. Det kunne bidratt til å vise effekten av å velge grønnere løsninger. Videre kunne det også bidratt til å belyse hvilke materialer og løsninger som ville blitt de mest miljøvennlige. Selv om prosjektet faller utenfor kommunens eget krav i Bestemmelser til KPA §18.4, burde de kanskje gjennomført analysen for å kunne ha et sammenligningsgrunnlag for tilsvarende prosjekter.

Ved at flere av byggene skal gjenbrukes i sin helhet blir utslippene fra de ble bygget bevart som en klimabank. Det medfører også store besparelser av nye råvarer, og materialer. Ved at de utfører dette prosjektet økes levetiden til skolen ytterligere, og viser at eldre bygg fint kan brukes videre. Det som hadde vært spennende var om prosjektet anvendte BREEAM-NOR under prosjekteringen. Kunne det bidratt til andre løsninger enn de som er valgt?

5. Avsluttende drøfting

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har man identifisert en kronologisk rekkefølge i planarbeidet som fører frem til valg av fornyingsform. I vår fremstilling av modellen for planarbeidet starter man med å definere brukerbehovet og de funksjonene man ønsker at bygget skal ha (hva ønsker vi?). Videre vurderes det hvor godt det eksisterende bygget kan ivareta disse behovene. Man analyserer da byggets tekniske tilstand, for å avdekke feil, skader og funksjonelle begrensninger ved bygget (hva har vi?). Når dette er gjennomført og det foreligger en forprosjektering av et byggeprosjekt kan man gjøre en kostnadsanalyse som viser byggets livssyklus-kostnader (hva koster det?), og utarbeide et klimagassregnskap og livsløpsvurdering av bygget (hvor miljøvennlig er det?). Dette er en teoretisk rekkefølge, og det er viktig å presisere at flere av disse leddene kan jobbes med parallelt.

I drøftingen vil man gå igjennom denne prosessen og argumentere for forskjellige løsninger, og det blir viktig å vise hvordan teorien som tidligere er blitt gjennomgått kan anvendes i realistiske prosjekter.



Figur 24: Bearbejdet prosesskart: resultat etter drøfting – I rammen er det stikkord som utgjør begrensninger – Primært lover og begrensninger av ressurser

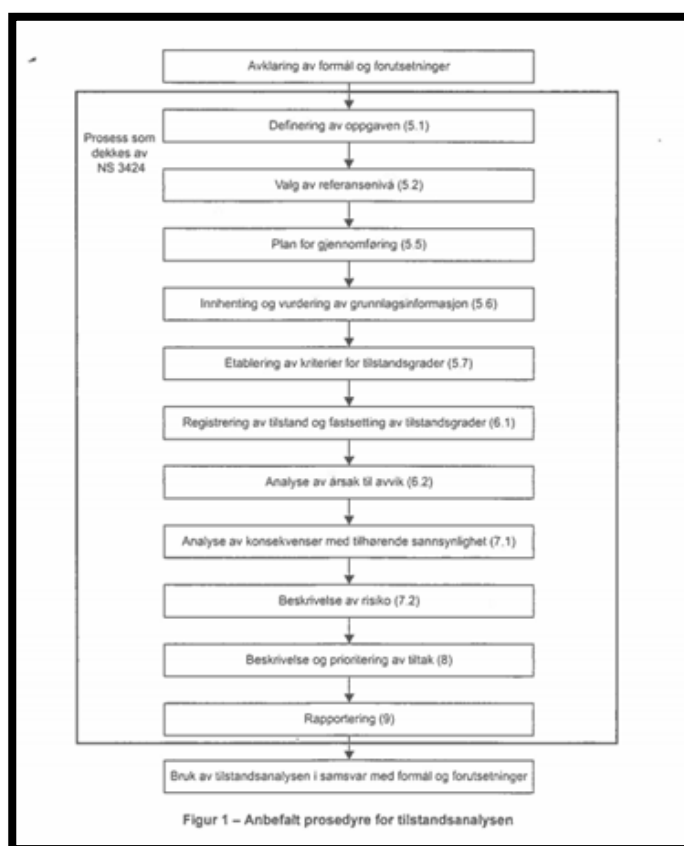
Teknisk tilstand – Hva har vi?

I de gjennomgåtte casene har det i samtlige prosjekt manglet detaljerte tilstandsanalyser der det fremkommer hvilke mål, analysenivå, referansenivå og konsekvensgrad man har lagt til grunn for de vurderingene som har blitt gjort. Vi har derimot hatt tilgang til tilstandsrapportene, der en god del informasjon allikevel har vært tilgjengelig. På generelt grunnlag anbefales det at tilstandsanalysen alltid gjennomføres i henhold til NS 3424, der det er særs viktig at den som gjennomfører analysen avklarer hva målet med gjennomføringen er. Man må definere oppgaven som foreligger på en slik måte at analysen avdekker det den i utgangspunktet skal gjøre. Det er også viktig at det defineres et referansenivå – for eksempel krav som fremkommer av TEK 17 – og at man velger et fornuftig analysenivå.

Det fremstår for oss som viktig at en tilstrekkelig tilstandsanalyse gjennomføres tidlig i prosjektet, slik at man får innhentet all nødvendig informasjon om skader, mangler og begrensninger ved bygget på et tidlig tidspunkt i program- og prosjekteringsfasen. Ved rådhuset i Bergen ble første tilstandsrapport utgitt allerede i 2015, men det ble først i 2019 utgitt en rapport som beskrev manglende armering og lavere betongfasthet i byggets bærende søyler. Da hadde man fra før allerede prosjektert og kostnadsberegnet en ombygging av innvendige arealer og rehabilitering av en fasade som man antok hadde mindre alvorlige skader enn den faktisk hadde. Det er utvilsomt at risikoen i et byggeprosjekt øker om tilstandsanalysen som gjennomføres

ikke er tilstrekkelig, eller at den som utfører analysen gjør feil i sine vurderinger. Dette kan føre til merkostnader fordi man er nødt til å gjøre endringer i prosjektering og byggearbeider på et senere tidspunkt, da påvirkningsgraden er synkende og kostnadene ved endringer er økende. Et slikt avvik som man avdekket ved Bergen rådhus er svært vanskelig å forutse, men viser allikevel hvor viktig denne delen av prosessen er.

Vi har heller ikke funnet digitale verktøy for dette formålet som er utbredt, eller som er kompatibel med BIM-modellering. Dette er gjerne et område som der det eksisterer et utviklingspotensial for fremtiden.



Figur 25: Anbefalt prosedyre for tilstandsanalysen (NS 3424 2012)

Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet – Hva trenger vi?

I dette delkapittelet ønsker vi å se nærmere på sammenhengen mellom funksjonaliteten til studieobjektene og behovene til virksomheten. Hvert av byggene er unike og må vurderes individuelt. Det finnes likevel aspekter i prosessene som går igjen i alle casene.

«Funksjonalitet og egnethet handler om brukskvalitet, altså hvorvidt bygningen kan hjelpe brukerne å oppnå sine mål ved å bidra til effektiv drift for kjernevirksomheten og støttefunksjonene.»

I vurderingene av funksjonalitet er det brukskvalitet som står i sentrum. Hva er behovet, og i hvilken grad dekker bygget dette behovet? Rådhuset og fylkeshuset er begge kontorbygg, de har derfor andre krav til byggets funksjonalitet enn Nordnes oppvekststun, som er skole og barnehage. Likhetene kommer frem i kartleggingen av behovene. Denne kartleggingen ser vi på som et viktig trinn før fornyingen setter i gang. I forbindelse med fornying er det brukt mulighetsstudie, rom- og funksjonsprogram, og for Nordnes oppvekststun ble det også holdt en åpen høring. Disse er alle gode alternativ, og brukes i prosjektene for å avdekke hvordan best mulig øke virksomhetens produktivitet i sammenheng med ombyggingen.

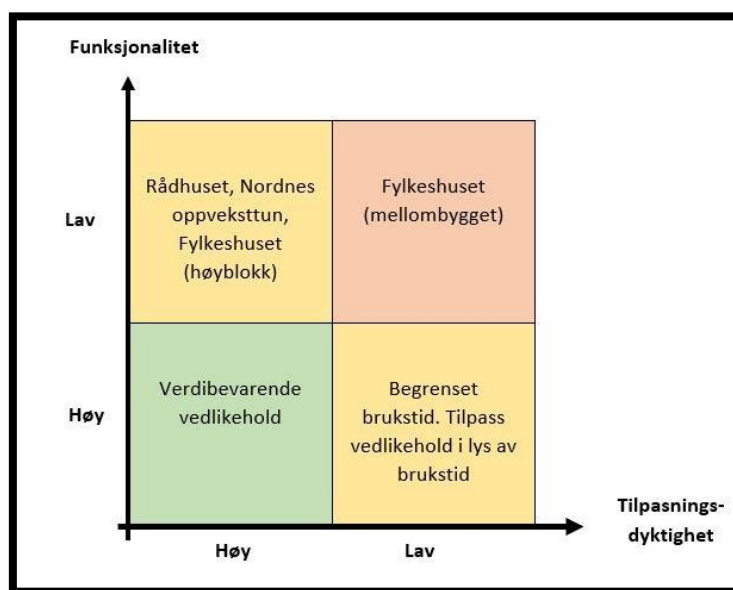
Det er ofte flere grunner til en ombygging, men utdaterte innredninger og installasjoner er noe vi ser går igjen. Utdaterte bygninger er et problem som ofte kan sinke prosesser knyttet til samarbeid, kommunikasjon, og fører til generelt mindre effektiv drift. Et dynamisk samfunn betyr at behovene også konstant vil være i endring. Dette ser vi hos alle studieobjektene. For fylkeshuset er det kommunesammenslåing og for Nordnes er det nye undervisningsmetoder.

I likhet med funksjonalitet kan en bygnings tilpasningsdyktighet sees i sammenheng med brukernes behov. Ikke alle bygninger vil være i stand til å dekke de nødvendige kravene, og kan i flere tilfeller føre til riving eller salg av bygget.

«Tilpasningsdyktigheten er et tredelt begrep og er en kombinasjon av prinsippene elastisitet, generalitet og fleksibilitet. Prinsippene forteller noe om byggets utviklingspotensial, verdi over lengre tid, eller dens evne til å tilpasse seg skiftende krav og behov til byggets funksjonalitet.»

En bygning med høy tilpasningsdyktighet åpner opp for flere muligheter og er mer kostnadseffektiv når tiden er inne for å gjøre endringer. I de forskjellige prosjektene vi har sett på forekommer det ikke noen spesielle bruksendringer. Det vil si kontorbygg og skole brukes med samme formål før og etter fornying. Dette reduserer omfanget av ombyggingen med hensyn til krav fra lovverk og forskrifter. Både Nordnes oppvekststun, rådhuset, og fylkeshuset har varierende grad av tilpasningsdyktighet. Dette gjør det vanskeligere å ta i bruk universale løsninger, man må heller skreddersy ideene for å passe eksisterende bygningskropp. Både Nordnes skole og rådhuset er gode eksempler på dette. Ettersom riving/nybygg er utelukket som fornyingsform, kreves det at en bruker spesialtilpassede løsninger. I rådhuset er det lagt opp til gridsystem i fasaden for tekniske løsninger, dette skal ivareta fleksibiliteten og netto romhøyde i bygget ved fremtidig ombygging.

Nordnes oppvekststun omdisponerer areal i skole bygget til andre formål, og utvider skole/barnehage med tilbygg. Fylkeshuset har valgt å gå en annen retning med nybygg. Dette betyr at resulterende bygning kan formes for å være enda mer tilpasningsdyktig enn dagens. Likevel fremkommer det i mulighetsstudie at eksisterende høyblokk kan tilpasses og brukes videre. Uansett valg av fornyingsform er vil det å ta i bruk lagdelingsmodellen gi bedre forutsetninger for tilpasningsdyktige og funksjonelle bygninger.



Figur 26: Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet - vurdering av casene

Rådhuset – Høy tilpasningsdyktighet og lav funksjonalitet.

- Høy tilpasningsdyktighet, dette skyldes hovedsakelig forslag til tilpasninger gjort for videre bruk.
- Lav funksjonalitet, dette skyldes manglende oppgradering av installasjoner og utdatert planløsning.

Fylkeshuset (Høyblokk) – Høy tilpasningsdyktighet og lav funksjonalitet.

- Høy tilpasningsdyktighet, dette skyldes forslagene i mulighetsstudiet vedrørende utvidelse av bygget.
- Lav funksjonalitet, dette skyldes manglende oppgradering av installasjoner og utdatert planløsning.

Fylkeshuset (mellombygget) – Lav tilpasningsdyktighet og lav funksjonalitet.

- Lav tilpasningsdyktighet, dette skyldes bærekonstruksjonens tilstand.
- Lav funksjonalitet, dette skyldes bruksformålet til deler av bygget.

Nordnes oppveksttun – Høy tilpasningsdyktighet og Lav funksjonalitet.

- Høy tilpasningsdyktighet, dette skyldes hovedsakelig forslag til tilpasninger gjort for videre bruk.
- Lav funksjonalitet, dette skyldes manglende oppgradering av installasjoner og utdatert planløsning.

Økonomi – Hva koster det?

I spørsmålet om hvilken fornyingsform som er den mest fornuftige å velge i et byggeprosjekt er økonomi et sentralt tema. Tiltakshaver har et behov for at et eventuelt nytt bygg imøtegår de praktiske funksjonskravene som en har lagt til grunn for at foretaket skal fungere optimalt i den normale arbeidshverdagen. Vi vet også at en del offentlige organisasjoner og bedrifter har et ønske om å forsterke sin miljøprofil og etterleve nasjonale og regionale bærekraftsmål. Ved å lage kostnadskalkyler er man interessert i finne ut av hvor godt et bygg vil kunne etterleve disse målene, samtidig som kostnadene knyttet til investeringer og FDVU holdes på et så lavt nivå som mulig uten at det går ut over kvaliteten på bygget.

I denne oppgaven har vi sett på hvordan en LCC-analyse kan benyttes til å kostnadsvurdere ulike investeringsalternativ med den hensikt å synliggjøre kostnader gjennom hele byggets levetid. Vi har tidligere nevnt at det ikke alltid er slik at det billigste alternativet er det beste alternativet. Analysen skal i grunnen bare avdekke kostnadene, og så må disse sammenholdes med vurderinger av hvor godt det aktuelle bygningsalternativet imøtegår andre hensyn som er viktig for å oppnå et kvalitetsmessig riktig bygg.

I praksis kan det være komplisert å gjennomføre gode analyser av livssyklus-kostnader. Dette kommer av at det er vanskelig å forutse alle hendelser som kan påvirke bygget. Usikkerhet ved kostnadsestimatene utgjør derfor en viss risiko i analysen. Ved LCC-beregninger ser man på byggets kostnader gjennom hele dets levetid, og i mange tilfeller settes denne perioden til 50 eller 60 år. Mye kan endre seg i samfunnet i løpet av en så lang tidsperiode. Endringer som kan påvirke kostnadene kan være renteøkninger, prisvekst, endringer i vær og klima som tvinger frem tiltak på bygningskroppen, eller en finanskriser som får store ringvirkninger på samfunnsøkonomien.

I denne oppgaven har vi kun hatt tilgang til LCC-analyser av Bergen kommunes prosjekt ved Bergen rådhus. Der ble det sammenlignet kostnader ved to alternativer, der det ene alternativet var det vedtatte ombyggingsprosjektet, og det andre var et rivning-/nybyggalternativ. LCC-analysen, utført av Rambøll AS, viste at forskjellene i livssyklus-kostnadene var marginale. Bergen kommune (etat for utbygging) mente derimot at man hadde valgt for lave investeringskostnader når nybyggalternativet ble kostnadsberegnet. Beregningene ble tatt med i et vurderingsgrunnlag, og på denne måten fikk man klarhet i økonomiske konsekvenser knyttet til de to alternativene.

LCC-analysen bør komme til anvendelse når man har flere bygningsalternativ man ønsker å sammenligne, og på denne måten finne det mest gunstige økonomiske alternativet.

At man kan gjøre denne type beregninger med digitale verktøy gjør hele prosessen enklere. I et digitalt verktøy vil man også ha tilgjengelige erfaringstall som kan hjelpe den som utfører analysen med å lettere utarbeide realistiske resultat.

Lov om offentlige anskaffelser

Vi har tidligere i oppgaven trukket frem anskaffelsesloven som relevant lovverk som gjelder for offentlige foretak ved innkjøp av materiell. I denne loven kommer det frem hva en offentlig tiltakshaver kan tillate som tildelingskriterier når et nytt bygg skal legges ut på anbud gjennom f.eks. en tilbuds- eller idékonkurranse. Med tildelingskriterier mener vi her egenskaper som går på pris, kvalitet, funksjonalitet, miljøhensyn, eller arkitektoniske egenskaper. Loven sier også eksplisitt at tiltakshaver skal ta hensyn til byggets livssyklus-kostnader, samt at det skal velges løsninger som reduserer skadelig miljøpåvirkning. Både kostnadseffektive og klimavennlige løsninger skal altså prioriteres når man gjør et valg av fornyingsform. En kort gjennomgang av hva disse kriteriene består i, og hvordan offentlige foretak skal ta hensyn til disse, er tatt med her i lys av at problemstillingen i oppgaven er spisset inn mot offentlige tiltakshavere.

Det kommer ikke frem av loven hvor omfattende et slikt hensyn må være, eller *hvordan* man skal ta hensyn til dette. Det åpner for at en offentlig tiltakshaver kan gjøre vurderinger som er tilpasset hvert unike prosjekt, og at det til dels kan brukes eget skjønn. I forskriftene til loven §8-11 er det likevel presisert at tildelingskriteriene ikke kan være så skjønnspreget at de gir oppdragsgiveren en ubegrenset frihet til å velge.

§ 8-11. Tildelingskriterier

(1) Oppdragsgiveren skal velge tilbud på grunnlag av objektive tildelingskriterier som skal angis i prioritert rekkefølge i anskaffelsesdokumentene.

(2) Tildelingskriteriene skal ha tilknytning til leveransen. Slike kriterier kan for eksempel være pris, kvalitet, livssyklus-kostnader, miljø, sosiale hensyn og innovasjon. Tildelingskriteriene skal ikke være så skjønnspregede at de gir oppdragsgiveren en ubegrenset valgfrihet.

(3) Oppdragsgiveren kan bruke det samme vurderingstemaet både som kvalifikasjonskrav og tildelingskriterium, forutsatt at vurderingstemaet har tilknytning til leveransen.

(4) Oppdragsgiveren skal angi krav til dokumentasjon for hvert tildelingskriterium

En offentlig tiltakshaver må fastsette hvilke tildelingskriterier som skal ligge til grunn for vurdering av de tilbudene som blir gitt i en anbudskonkurranse. I veileder til anskaffelsesloven (5.1) blir det fremhevet 3 tildelingskriterier som det kan velges mellom:

1. *Tildeling på grunnlag av den laveste prisen.*
2. *Tildeling på grunnlag av den laveste kostnaden.*
3. *Tildeling på grunnlag av det beste forholdet mellom laveste pris eller kostnad, og kvalitet.*

De mest aktuelle kriteriene i et byggeprosjekt er 2 og 3. Tildeling på grunnlag av den laveste kostnaden innebærer både investeringskostnadene og livssyklus kostnadene til et bygg. Disse er i stor grad kvantitative og kan tallfestes. Tildeling på grunnlag av kostnader og kvalitet er et utvidet kriterium, der kvalitet betyr «*kvalitet, inkludert tekniske, estetiske og funksjonelle egenskaper, tilgjengelighet, universell utforming og miljømessige, sosiale og innovative egenskaper*»

Kvalitetskriteriene er kvalitative og gir muligheter for å se på andre faktorer enn bare pris og kostnader. Estetiske egenskaper, innovative løsninger som gir mer tilfredsstillende funksjonalitet eller målsetninger om lavere energibruk i et bygg kan være kostnadsdrivere som gir en betydelig økt kostnad ved bygget og samtidig harmonerer med de offentlige retningslinjene. Slike valg må allikevel være saklige og faglig forankret. I veileder til anskaffelsesloven gis det et eksempel på hvordan man kan vekte kostnader og kvalitet, der kostnader vektet med 60% og kvalitet med 40%.

Anskaffelser.no er en internettside som er utviklet med den hensikt å gjøre anskaffelsesprosessen enklere for tiltakshaver. Her finner man blant annet veileder for byggeprosjekter, forvaltning drift og vedlikehold, LCC, gjennomføringsmodeller, og mer til (5.2).

Bærekraft – Hvor miljøvennlig er det?

Med bakgrunn i grunnlovens overordnede føring fra §112 ser vi hvordan de ulike prosjektene prøver å oppfylle kravene gitt av lovtekstens første ledd:

«Enhver har rett til et miljø som sikrer helsen, og til en natur der produksjonsevne og mangfold bevares. Naturens ressurser skal disponeres ut fra en langsiktig og allsidig betraktning som ivaretar denne rett også for etterslekten.»

I arbeidet med de tre prosjektene har tilgangen til dokumentasjon vært variert. Videre er det ulike fornyingsformer med forskjellige løsninger som treffer bærekraft og miljøkrav ulikt. Basert på lovverk så er alle prosjektene berørt av PBL, Anskaffelsesloven, TEK17 og KPA. Det som gjør det spesielt, er hvordan de ulike byggene løser kravene på forskjellige måter. Klimagassregnskap er oss bekjent kun utført for rådhuset. Etter kommunens og fylkeskommunens strategier, samt gjennom BREEAM-NOR krav (for rådhuset og fylkeshuset) er det etablert utslippsfrie byggeplasser, valgt EPD merkede materialer, og et høyt fokus på energieffektivitet og sorteringsgrad på avfall. Dette gjenspeiler seg spesielt under energieffektivitet, hvor alle prosjektene er beregnet til å ha større reduksjoner i årlig kWh forbruk. Videre er det valgt å benytte grønne løsninger som fjernvarme og solceller for å redusere behovet/belastningen fra strømmettet.

De ulike byggene bruker hele eller deler av bygningskroppen på nytt. Det er et steg i riktig retning vedrørende sirkulærøkonomi, og generelt for å redusere ekstra utslipp fra prosjektene. Det kan stilles spørsmål om hvorvidt rådhuset og Nordnes oppveksttun hadde blitt revet hvis det ikke forelå antikvariske hensyn. På samme måte kan det her stilles spørsmål hvorvidt det ville vært bedre å beholde høyblokken til fylkeshuset og kun revet mellombygget for å bygge det ekstra tårnet. I alle prosjektene blir det generert avfall fra den innvendige rivingen. Dette avfallet går rett i containere for videre behandling, og en kan spørre seg om deler av materialene ikke kunne blitt gjenbrukt. Bergen kommune har valgt å prøve ut dette prinsippet på den gamle lærerhøgskolen, noe som er veldig positivt (5.3). Det ble i to av prosjektene avdekket asbest, men det er for oss ikke kjent hvorvidt dette har begrenset muligheten for gjenbruk vedrørende krav til sanering. Det er uansett et stort steg i riktig retning for sirkulærøkonomien å resirkulere bedre, og i større grad gjenbruke eksisterende materialer, slik kommunen nå prøver ut.

Bygg21 omtaler i levetidsprinsippet (2.30) at bygningene må være fleksible ved å tenke på generalitet. Levetiden er definert som tiden den aktuelle bygningsdelen er funksjonell. Hva som er funksjonelt og ikke detter ned på behovene til brukerne. I de tre prosjektene vi har sett på er behovene ganske så forskjellige, men felles er manglende vedlikehold og eldre tekniske anlegg. Dette løser rådhuset og Nordnes skole på en mer miljøvennlig måte ettersom disse ombygges og fornyes innvendig. Videre har rådhuset utnyttet fleksibilitet den har gjennom den bærende fasaden, og endrer planløsningene slik at arealutnyttelsen økes.

Ulempene med disse alternativene må vurderes opp imot nybygg. Siden disse er skreddersydd, vil ikke rehabilitering og ombygging gi like god oppnåelse av behovene gjennom funksjonaliteten og tekniske krav. Fylkeshuset hadde muligens et mindre fleksibelt bygg grunnet takhøyden og begrensninger rundt planløsning gitt av søyler. Men at de velger å rive kan ansees som et mindre miljøvennlig alternativ. Likevel vil nybygget møte behovene gjennom et moderne og funksjonelt bygg, med moderne teknisk anlegg.

I dagens samfunn er det flere ulike bygningstyper/kategorier. Kontorbygg som er bygget i senere tid, slik som nye fylkeshuset, har gjerne større muligheter til å endre funksjonaliteten fra kontorbygg til leilighetskompleks i fremtiden. På den andre siden av skalaen er Nordnes skole. Denne er skreddersydd til akkurat den bruken, og generelt kommer skoler i ulike former tilpasset behovene barn har gjennom de ulike trinnene i utdanningsløpet. Det er derfor ikke alltid like lett å imøtekomme den ønskede fleksibiliteten og generaliteten, da de ulike kategoriene av bygninger i stor grad må skreddersys til formålet.

Det som kanskje er det viktigste for levetiden er å vedlikeholde det som allerede er bygget. Grunnen til dette er flere, men viktigst er reduserte kostnader i fremtiden, mindre avfall og CO₂ utslipp mm. Fokus på vedlikehold er nødvendig i større grad i dag enn før. Dette kommer av at byggherrene ønsker mest for pengene sine, og derfor må se på valget av materialer opp mot levetid og vedlikeholdsbehov. Ulempen med dette kan være at det blir valgt materialer som er billigere og mindre bærekraftige. Her kommer fordelene med BREEAM-NOR, som skal bidra til å vise at å bygge bærekraftig ikke nødvendigvis er dyrere enn antatt.

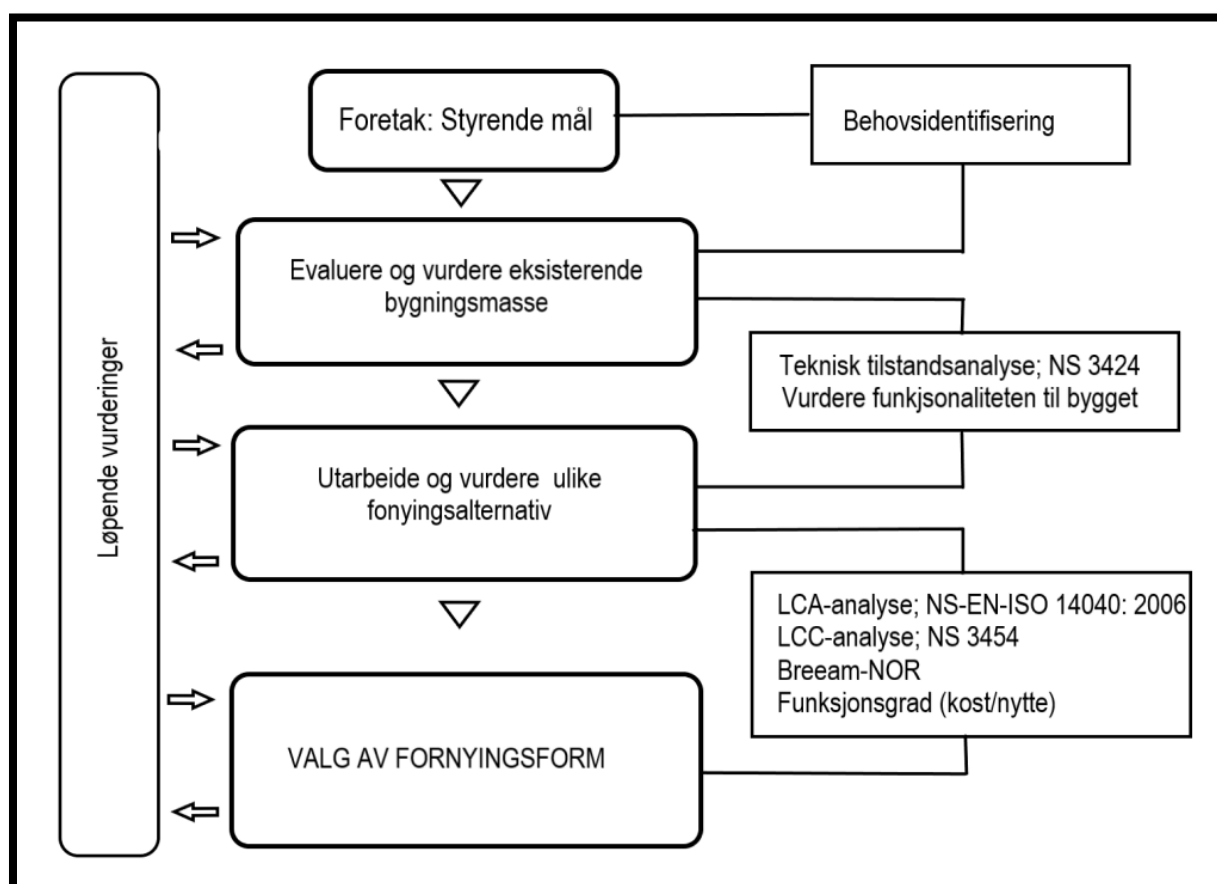
I to av de tre prosjektene har BREEAM-NOR blitt anvendt. Det er positivt at dette verktøyet blir brukt da det både viser velvilje til grønne løsninger, og bidrar til et større fokus på utslipp under byggeprosessen. Et eksempel på dette er at rådhuset får solceller på taket som skal produsere opptil 10 000 kWh i året. Dette er et rent økonomisk tapsprosjekt pr idag grunnet høy investeringskostnad, og lave strømpriser. Ved at de velger å installere solcellene bidrar det forhåpentligvis til at andre følger etter. Fylkeshuset skal få et større anlegg på takene med en estimert produksjon på ca. 100 000 kWh pr år. Grunnet manglende informasjon vet vi ikke lønnsomheten av dette, men det er i likhet med rådhuset et godt valg for fremtiden. Det er ingen hemmelighet at solceller fortsatt er dyre i anskaffelse, og at inntjeningstiden er lang. Dette vil endre seg om markedet, både offentlig og privat, begynner å planlegge med solceller på alle typer nybygg og rehabiliteringsprosjekter fremover. Det vil også bidra til å møte kravet om å redusere energiforbruket med 10 TWh innen 2030.

6. Veileder

Se vedlegg

7. Konklusjon

Gjennom prosessen har vi erfart at det er mye informasjon knyttet fornying. Et av problemene har vært at det er spredt rundt, og til tider vanskelig å finne. Dette kan føre til at enhver tiltakshaver som skal igangsette fornying får ulike versjoner av det som bør vektlegges. Det samme kan sies om godt etablerte interne systemer for tilnærming til fornyinger. Det kan ikke tas for gitt offentlige eller private instanser følger samme «oppskrift» ved fornying. Alle bygninger er forskjellige og bør behandles deretter. Likevel ser vi at det kan være greit å ha gode generelle retningslinjer som legger føringer for hvordan fornying skal gjennomføres i sin helhet. Dette med spesielt hensyn til bærekraft. Vi opplever at bærekraft står sentralt ikke bare for Norge, men for alle som et verdenssamfunn. Vi vil derfor prøve å bidra til en byggenæring som ikke bare tenker effektivisering og innovasjon, men også bærekraftig. Vi håper derfor at veilederen som vi har jobbet med kan bidra til å flytte fokuset mer mot en bærekraftig verden. I figuren under viser vi vårt endelige prosesskart med tilhørende verktøy som vi mener er elementære for prosessen. Dette er en forenklet kronologisk fremstilling, som belyser de viktigste momentene i prosessen.



Figur 27: Endelig prosesskart

8. Videre arbeid

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har vi sett oss nødt til å avgrense omfanget. Dette har medført at relevant teori som faller utenfor ikke blir belyst.

Et av momentene vi har erfart er hvor spredt informasjonen er på internett. Det er utallige nettsted, både offentlige og private som tar for seg ulike aspekter innenfor byggebransjen. Vi føler derfor det er relevant å stille spørsmål om hvorvidt Direktoratet for byggkvalitet burde samle alle publikasjoner og informasjon som er relevant for en bærekraftig byggebransje? Et forslag er at de utarbeider en detaljert veileder for ulike aspekter av prosessene, hvor lover, forskrifter, og bærekraftige løsninger flettes sammen.

Videre sitter vi med inntrykket av at lovgivningen kan være for diffus rundt bærekraft og bærekraftige løsninger. Dette baserer seg på at ordet bærekraft er i seg selv et veldig åpent begrep, og omfatter mange ulike områder/aspekter. Her ser vi for oss at staten, fylkene, og kommunene enes om lik lovgivning. Eksempel på dette er Bergen kommune sitt krav til klimagassregnskap gitt i bestemmelsene til KPA 2018, noe som vi mener burde vært lovpålagt fra staten.

I lys av klimagassregnskap virker det som at energieffektivitet, mindre avfall, og grønne løsninger som fjernvarme og energibrønner kommer foran klimagassberegninger sett i et langsiktig perspektiv. Dette ser en i manualen til BREEAM-NOR der fjernvarme er påbudt fra lokale myndigheter. Her blir det ikke beregnet utslippstall fra det estimerte forbruket, og bygget får maks poengsum på dette punktet. (Forurensing – SN7, side 262, lest 19.05.20) Dette er med på å gi et feilaktig inntrykk over det faktiske klimagassutslippet til bygget.

Problemet idag er at slike analyser blir utført av prinsipp, og ikke fordi de trengs. Dette blir forhåpentligvis bedre etter hvert som miljøfokus og innovasjonen i bransjen går fremover. En mulig anvendelse kan være at analysen blir vurderingspliktig under lover om bærekraft og miljø, slik at all byggeaktivitet må være fordelaktig for fremtiden.

9. Referanseliste

Kapittel 1:

- 1.1 Plan- og bygningsloven. 2008. Lov om planlegging og byggesaksbehandling LOV-2008-06-27-71.
- 1.2 Direktoratet for byggkvalitet. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. [Internett]. Trondheim: Direktoratet for byggkvalitet; 2017 [hentet 2020-04-16]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/1/1-1/>
- 1.3 Direktoratet for byggkvalitet. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. [Internett]. Trondheim: Direktoratet for byggkvalitet; 2017 [hentet 2020-04-16] Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- 1.4 Direktoratet for byggkvalitet. Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning. [Internett]. Trondheim: Direktoratet for byggkvalitet; 2011 [hentet 2020-04-16] Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/sak/>
- 1.5 Direktoratet for byggkvalitet. Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK). [Internett]. Trondheim: Direktoratet for byggkvalitet; 2010 [hentet 2020-04-16] Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggeregler/dok/>
- 1.6 Klima- og miljødepartementet. Veileder til kommuneplanens arealdel [Internett]. Oslo: Klima- og miljødepartementet; 2012 [hentet 2020-04-16]. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/18987b252b8948588c8323a1328d9cf3/kommuneplanens_arealdel.pdf
- 1.7 Anskaffelsesloven. 2016. Lov om offentlige anskaffelser LOV-2016-06-17-73
- 1.8 Kulturminneloven. 1978. Lov om kulturminner LOV-1978-06-09-50
- 1.9 regjeringen.no. Standard Norge. [Internett]. Oslo [hentet 2020-04-16]. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dep/nfd/organisation/etater-og-virksomheter-under-narings--og-fiskeridepartementet/tilknyttede-virksomheter/standard-norge/id435127/>
- 1.10 Byggforsk. Hva er Byggforskserien. [Internett]. Oslo: Byggforsk [hentet 2020-04-16]. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/side/198/hva_er_byggforskserien

Kapittel 2:

- 2.1 Statistisk sentralbyrå. Bygningsmassen. [Internett]. Oslo: Statistisk sentralbyrå; 2020 [hentet 2020-04-22]. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/bygningsmasse>
- 2.2 Byggforsk. Planlegging av utskiftings- og utviklingsarbeider i bygninger. [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2014 [hentet 2020-04-26]. Tilgjengelig fra: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/4121/planlegging_av_utskiftings_og_utviklingsarbeider_i_bygninger

- 2.3 Jon Bech. Rehabiliterer eller bygge nytt?. [Internett]. Oslo: Byggsanalyse; 2014 [hentet 2020-04-26]. Tilgjengelig fra: <https://www.arkitektur.no/oppgradering-av-eldre-bygg-til-moderne-bruk?iid=428142&pid=NAL-Article-Files.Native-InnerFile-File&attach=1>
- 2.4 Byggforsk. Byggforvaltning. Begreper og definisjoner. [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2017 [hentet 2020-04-26]. Tilgjengelig fra: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/607/byggforvaltning_begreper_og_definisjoner
- 2.5 Direktoratet for byggkvalitet. Spørsmål og svar om byggesaksbehandling. [Internett]. Trondheim: Direktoratet for byggkvalitet; 2016 [hentet 2020-04-26]. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/saksbehandling/byggesaksbehandling-i-praksis/sporsmal-og-svar-om-byggsaksbehandling/>
- 2.6 Store norske leksikon. Ombygging. [Internett]. Oslo: Store norske leksikon; 2019 [hentet 2020-04-26]. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/ombygging>
- 2.7 Norsk Standard. NS 3424:2012. Tilstandsanalyse av byggverk - Innhold og gjennomføring [Internett]. Lysaker: Standard Norge; 2012 [hentet 2020-03-28]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=587800>
- 2.8 Norsk Standard. NS 3451:2019. Bygningsdelstabell [Internett]. Lysaker: Standard Norge; 2019 [hentet 2020-03-29]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1107101>
- 2.9 Byggordboka. Funksjonalitet. [Internett]. Ålesund: NTNU; 2017 [hentet 2020-04-05]. Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/funksjonalitet>
- 2.10 Byggforsk. Strategier for valg av kontorløsning. [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2001 [hentet 2020-04-05]. Tilgjengelig fra https://www.byggforsk.no/dokument/3000/strategier_for_valg_av_kontorloesning
- 2.11 Byggforsk. Tilpasningsdyktige kontorbygninger. [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2004 [hentet 2020-04-05]. Tilgjengelig fra: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/3223/tilpasningsdyktige_kontorbygninger
- 2.12 Byggordboka. Fleksibilitet – Generalitet – Elastisitet (FGE). [Internett]. Ålesund: NTNU; 2017 [hentet 2020-04-04]. Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/fleksibilitet-generalitet-elastisitet-fge>
- 2.13 Kirsten Arge, Kikkan Landstad. Generalitet, fleksibilitet og elastisitet i bygninger – Prinsipper og egenskaper som gir tilpasningsdyktige kontorbygninger [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2002 [hentet 2020-03-28]. Tilgjengelig fra: https://www.sintefbok.no/book/index/175/generalitet_fleksibilitet_og_elastisitet_i_bygninger
- 2.14 Byggordboka. Funksjonalitet og tilpasningsdyktighet. [Internett]. Ålesund: NTNU; 2017 [hentet 2020-04-03]. Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/funksjonalitet-og-tilpasningsdyktighet>

- 2.15 Byggforsk. Intervaller for vedlikehold og utskifting av bygningsdeler. [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2017 [hentet 2020-04-05]. Tilgjengelig fra: https://www-byggforsk-no.galanga.hvl.no/dokument/3312/intervaller_for_vedlikehold_og_utsifting_av_bygningsdeler
- 2.16 Anette Kampesæter, Svein Bjørnberg, Christian A. Listerud. Levetider i praksis – Prinsipper og bruksområder [Internett]. Oslo: Direktoratet for byggkvalitet; 2009 [hentet 2020-03-20]. Tilgjengelig fra: https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/publikasjoner/levetider_i_praksis.pdf
- 2.17 Bhakti Shah. How Buildings Learn: Shearing Layers [Internett]. USA: Medium; 2019 [hentet 2020-04-10]. Tilgjengelig fra: <https://medium.com/@bhakti1711/how-buildings-learn-wip-619bd89e845e>
- 2.18 Norsk Standard. NS 3453:2016. Spesifikasjon av kostnader i byggeprosjekt [Internett]. Lysaker: Standard Norge; 2016 [Lest 22.03.2020]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=819560>
- 2.19 Geir K. Hansen. Samspillet i byggeprosessen. 1.utg. Trondheim; NTNU; 2019. 230 s. [hentet 2020-04-22]. Tilgjengelig fra: <https://www.fagbokforlaget.no/Samspillet-i-byggeprosessen/I9788245021165>
- 2.20 Norsk Standard. NS 3454:2013. Livssyklus kostnader for byggverk – Prinsipper og klassifisering [Internett]. Lysaker: Standard Norge; 2013 [hentet 2020-04-03]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=626300>
- 2.21 Byggforsk. Livssyklus kostnader for byggverk. Beregningseksempler. [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2002 [hentet 2020-03-20]. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/3100/livssyklus_kostnader_for_byggverk_beregningseksempler
- 2.22 FN-sambandet. Undervisning for bærekraftig utvikling. [Internett]. Oslo: FN-sambandet; 2020 [hentet 2020-04-04]. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Undervisning/Undervisning-for-baerekraftig-utvikling>
- 2.23 FN-sambandet. Bærekraftig utvikling. [Internett]. Oslo: FN-sambandet; 2019 [hentet 2020-04-04]. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Tema/Fattigdom/Baerekraftig-utvikling>
- 2.24 Næringslivets Hovedorganisasjon. Bedriftene må også være bærekraftige. [Internett]. Oslo: Næringslivets Hovedorganisasjon; 2020 [hentet 2020-04-04]. Tilgjengelig fra: <https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/artikler/bedriftene-ma-ogsaa-vare-baerekraftige/>
- 2.25 Grunnlova. 1814. Kongeriket Norges grunnlov LOV-1814-05-17.

- 2.26 Plan- og bygningsloven. 2008. Lov om planlegging og byggesaksbehandling LOV-2008-06-27-71.
- 2.27 Bygg21. Hva er Bygg21?. [Internett]. Oslo: Bygg21 [hentet 2020-04-15]. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg21.no/om-bygg21/>
- 2.28 Grønn Byggallianse. Om oss. [Internett]. Oslo: Grønn Byggallianse [hentet 2020-04-15]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/om-oss/>
- 2.29 Grønn Byggallianse. Tenk deg om før du river. [Internett]. Oslo: Grønn Byggallianse; 2019 [hentet 2020-04-15]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/11/Tenk-deg-om-f%C3%B8r-du-river.pdf>
- 2.30 Bygg21. 10 kvalitetsprinsipper for bærekraftige bygg og områder. [Internett]. Oslo: Bygg21; 2018 [hentet 2020-03-26]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/02/Bygg21s-kvalitetsprinsipper-for-b%C3%A6rekraftige-bygg-og-omr%C3%A5der.pdf>
- 2.31 Bygg21. Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp. [Internett]. Oslo: Bygg21; 2018 [hentet 2020-03-26]. Tilgjengelig fra: https://www.bygg21.no/contentassets/e6d875b6fa1d457b9d6e2fd50cd02e91/33019_d elrapport-3b_digitalt.compressed.pdf
- 2.32 FN-sambandet. FNs bærekraftsmål. [Internett]. Oslo: FN-sambandet; 2020 [hentet 2020-04-18]. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>
- 2.33 Circular Norway. Sirkulærøkonomi – forklart. [Internett]. Oslo: Circular Norway [Hentet 2020-04-19]. Tilgjengelig fra: <https://www.circularnorway.no/circularnorway>
- 2.34 Circle Economy. Making sense of the circular economy: The 7 key elements [Internett]. Amsterdam: Circle Economy. [hentet 2020-05-02]. Tilgjengelig fra: <https://www.circle-economy.com/circular-economy/7-key-elements>
- 2.35 Byggforsk. Livsløpsvurdering (LCA) av byggevarer og bygninger. Innføring og begreper. [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2014 [hentet 2020-05-28]. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/205/livsloepsvurdering_lca_av_byggevarer_og_bygninger_innfoering_og_begreper
- 2.36 Byggforsk. Metodiske valg og problemstillinger ved livsløpsvurdering (LCA). [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2015 [hentet 2020-05-28]. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/4144/metodiske_valg_og_problestillinger_ved_livsloepsvurdering_lca
- 2.37 Byggforsk. Miljødeklarasjoner (EPD) av byggevarer. [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2014 [hentet 2020-05-08]. Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/3006/miljoedeklarasjoner_epd_av_byggevarer
- 2.38 International Organization for Standardization. ISO 21930:2017. [Internett]. Sveits: International Organization for Standardization; 2017 [hentet 2020-05-10]. Tilgjengelig fra: <https://www.iso.org/standard/61694.html>
- 2.39 Næringslivets Stiftelse for Miljødeklarasjoner. Om EPD-Norge. [Internett]. Oslo: Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner [hentet 2020-05-10]. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/organisering/category399.html>

- 2.40 SINTEF. SINTEF Teknisk Godkjenning (TG). [Internett]. Trondheim; SINTEF [hentet 2020-05-10]. Tilgjengelig fra: https://www.sintefcertification.no/portalpage/index/56/sintef_teknisk_godkjenning
- 2.41 Bionova. One-click LCA. [Internett]. Finland: One-click LCA [Hentet 2020-05-10]. Tilgjengelig fra: <https://www.oneclicklca.com>
- 2.42 Store norske leksikon. Miljøsertifisering – bygg og anlegg. [Internett]. Oslo: Store norske leksikon; 2020 [hentet 2020-05-19]. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Milj%C3%B8sertifisering_-_bygg_og_anlegg
- 2.43 Grønn Byggallianse. Ofte stilte spørsmål om BREEAM-NOR 2016. [Internett]. Oslo: Grønn Byggallianse [hentet 2020-03-12]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/sertifisering/breeam/breeam-faq-2016/>
- 2.44 Grønn Byggallianse. BREEAM-NOR 2016 for nybygg. [Internett]. Oslo: Grønn Byggallianse 2019 [hentet 2020-03-12]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/12/KOPI-SD-5075NOR-BREEAM-NOR-2016-Nybygg-Versjon-1.2.pdf>
- 2.45 Grønn Byggallianse. CEEQUAL. [Internett]. Oslo: Grønn Byggallianse [hentet 2020-05-19]. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/ceequal/>
- 2.46 Stiftelsen Miljømerking i Norge. Bygninger. [Internett]. Oslo: Stiftelsen Miljømerking i Norge [hentet 2020-05-19]. Tilgjengelig fra: <https://www.svanemerket.no/produkter/producttype/?m1=105&m2=136>

Kapittel 3:

- 3.1 Store norske leksikon. Erling Viksjø. [Internett]. Oslo: Store norske leksikon; 2009 [hentet 2020-04-23]. Tilgjengelig fra: https://nbl.snl.no/Erling_Viksjø
- 3.2 Mail fra Byantikvaren
- 3.3 Bergen Kommune. Byantikvarens antikvariske vurdering av Bergen rådhus. [Internett]. Bergen: 2019; [hentet 2020-03-05]. Tilgjengelig fra: <https://www.bergen.kommune.no/politikere-utvalg/api/fil/1380887/Byantikvarens-antikvariske-vurdering-av-Bergen-radhus>
- 3.4 Betec AS. Rådhuset i Bergen – Betongfasadene – Tilstand og mulighet. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2015 [hentet 2020-03-17]. Tilgjengelig fra: <https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=80369913&version=0>
- 3.5 Betec AS. BETEC AS. [Internett]. Bergen: Betec AS; [hentet 2020-03-17]. Tilgjengelig fra: <http://www.betec.no>
- 3.6 Betong Consult og Smidt & Ingebrigtsen AS. Fasader - Bæreevne og bestandighet. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2018 [hentet 2020-03-10]. Tilgjengelig fra: <https://www.bergen.kommune.no/politikere-utvalg/api/fil/1389123/Fasader-Baareevne-og-bestandighet>
- 3.7 Bergen kommune. Vi bygger Bergen. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2020 [hentet 2020-01-21]. Tilgjengelig fra:

- <https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/tema/vi-bygger-bergen/byggeprosjekter/andre-bygg/byggeprosjekt-bergen-radhus>
- 3.8 Rambøll. Miljøoppfølgingsplan: Bergen Rådhus. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2018; [2020-05-21]. Tilgjengelig fra: <https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=113655681&version=0>
- 3.9 Regjeringen.no Arbeidsformer i fremtidens regjeringskvartal – miljø, teknologi og samhandling. [Internett]. Oslo: Kommunal og Moderniseringsdepartementet; [hentet 2014-04-08]. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kmd/bst/rapport_arbeidsformer_fremtidig_regjeringskvartal.pdf [hentet 2020-03.11].
- 3.10 Rambøll. Innledende klimagassberegninger Bergen rådhus. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2018 [hentet 2020-03-17]. Tilgjengelig fra: <https://www.bergen.kommune.no/politikere-utvalg/api/fil/1388624/Innledende-klimagassberegninger>
- 3.11 Norsk Standard. NS 3720:2018. Metode for klimagassberegninger for bygninger. [Internett]. Lysaker: Standard Norge; 2018 [hentet 2020-05-19]. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=992162>
- 3.12 Rambøll. Miljøoppfølgingsplan. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2018 [hentet 2020-05-21]. Tilgjengelig fra: <https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=113655681&version=0>
- 3.13 Rambøll. Solceller - Bergen rådhus. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2018[hentet 2020-05-24]. Tilgjengelig fra: <https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=113655699&version=0>
- 3.14 Bergen Kommune. Fagnotat 18.01.2019. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2019 [hentet 2020-04-14]. Tilgjengelig fra: <https://www.bergen.kommune.no/politikere-utvalg/api/fil/1352942/Fagnotat-18-01-2019-Oppjustering-budsjett-rehabilitering-Vurdering-av-alternativer-til-vedtatt-rehabilitering->
- 3.15 Sølve Rydland, Ragnhild Bjørge. Tilsette må bygge takrenner på kontoret sitt [Internett]. Bergen: NRK [hentet 2020-03-11]. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/vestland/tilsette-i-fylkeskommunen-ma-bygge-takrenner-pa-kontora-sine-1.13914399>
- 3.16 Hordaland fylkeskommune. Hordaland fylkeskommune – nytt fylkeshus i Bergen. [Internett]. Bergen: Hordaland fylkeskommune; 2018 [hentet 2020-03-14]. Tilgjengelig fra: <https://einnsyn.hfk.no/eInnsyn/RegistryEntry/ShowDocument?registryEntryId=646960&documentId=1008626>
- 3.17 Hordaland fylkeskommune. Nytt fylkeshus - rom- og funksjonsprogram. [Internett]. Bergen: Hordaland fylkeskommune; 2018 [hentet 2020-03-16]. Tilgjengelig fra: <https://einnsyn.hfk.no/eInnsyn/DmbHandling/ShowDmbHandlingDocument?dmbId=13503&caseType=CasesFremlegg®istryEntryId=646960>

- 3.18 Hordaland fylkeskommune. Slik blir det nye fylkeshuset i Bergen. [Internett]. Bergen: Hordaland fylkeskommune; 2019 [hentet 2020-03-16]. Tilgjengelig fra: <https://www.hordaland.no/nn-NO/nyheitsarkiv/2019/slik-blir-det-nye-fylkeshuset-i-bergen/>
- 3.19 Hordaland fylkeskommune. Nytt fylkeshus – kontorkonsept og lokalisering. [Internett]. Bergen: Hordaland fylkeskommune; 2018 [hentet 2020-03-09]. Tilgjengelig fra: <https://einnsyn.hfk.no/eInnsyn/DmbHandling/ShowDmbHandlingDocument?dmbId=11805&caseType=CasesFremlegg®istryEntryId=534944>
- 3.20 Hordaland fylkeskommune. Økonomiske vurderinger for nytt fylkeshus. [Internett]. Bergen: Hordaland fylkeskommune; 2018 [hentet 2020-05-22]. Tilgjengelig fra: <https://einnsyn.hfk.no/eInnsyn/RegistryEntry/ShowDocument?registryEntryId=599100&documentId=920195>
- 3.21 Bergen kommune. Kulturhistorisk rapport for kommunale skoler i Bergen fra 1724 til 1979. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2019 [hentet 05.05.2020-05-05]. Tilgjengelig fra: <https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/tema/kulturminner-i-bergen/skriftserie-og-publikasjoner/antikvarisk-dokumentasjon/kulturhistorisk-rapport-for-kommunale-skolebygg-fra-1724-til-1979>
- 3.22 Bergenbyarkiv.no. Nordnes skole. [Internett]. Bergen: Lars Bostrøm Johansen; 2010 [hentet 2020-03,29]. Tilgjengelig fra: <https://www.bergenbyarkiv.no/oppslagsverket/2010/09/23/nordnes-skole/>
- 3.23 Bergen kommune. Nordnes skole. [Internett]. Bergen: 2020 [hentet 2020-03-29]. Tilgjengelig: <https://www.bergen.kommune.no/omkommunen/avdelinger/nordnes-skole/om-skolen/kort-om-nordnes-skole>
- 3.24 Sweco. Sluttrapport i f.m. Arbeidstilsynspålegg. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2012 [hentet 2020-03-22] Tilgjengelig fra: https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00152/Nordnes_skole_-_slu_152446a.pdf
- 3.25 Bergen Kommune. Skolebruksplan 2016 – 2030. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; [hentet 2020-05-22]. Tilgjengelig fra: https://www.bergen.kommune.no/bk/multimedia/archive/00252/Skolebruksplan_2016_252706a.pdf
- 3.26 Bergen kommune. Oppjustering av kostnader for prosjektet. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2019 [hentet 2020-03-30]. Tilgjengelig fra: <https://www.bergen.kommune.no/politikere-utvalg/api/fil/1485816/U2540-Nordnes-oppvekststun-Oppjustering-av-kostnader-for-prosjektet>

Kapittel 4:

- 4.1 Bergen kommune. Fagnotat 04.05.2018. [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2018 [hentet 2020-04-04]. Tilgjengelig fra:
<https://www.bergen.kommune.no/politikere-utvalg/api/fil/533166/Fagnotat-04-05-2018-Gjennomforingsvedtak-2-Bergen-radhus-utvendig-rehabilitering-og-innvendig-oppgradering-A0570-72->
- 4.2 Bergen kommune. [Internett]. Bergen: Bergen byråd; 2017 [hentet 2020-04-18]. Tilgjengelig fra:
http://www3.bergen.kommune.no/BKSAK_filer/bksak/2017/BEBY/2017197111-6867302.pdf
- 4.3 Byggforsk, 344.210 Strategier for valg av kontorløsning [Internett]. Oslo: Byggforsk; 2001 [hentet 2020-05-05]. Tilgjengelig fra:
https://www.byggforsk.no/dokument/3000/strategier_for_valg_av_kontorloesning
- 4.4 Borgen Haugland M. Notat, bygg og arkitektur [Internett]. Bergen: Rambøll; 2018 [hentet 2020-05-09]. Tilgjengelig fra:
<https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=113655698&version=0>
- 4.5 Bergen kommune, bestemmelser til KPL [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2019 [hentet 2020-05-09]. Tilgjengelig fra:
<https://www.bergen.kommune.no/publisering/api/filer/T537387159>
- 4.6 Reensaas R. Veiledende Notat Breeam [Internett] Bergen: Rambøll; 2018 [hentet 2020-05-10]. Tilgjengelig fra:
<https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=113655685&version=0>
- 4.7 Rambøll, Hovedombygging, innvendig ombygging, funksjonsbeskrivelse av Bergen rådhus, [Internett], Bergen: Bergen kommune; 2019 [hentet 2020-05-17]. Tilgjengelig fra:
<https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=113651073&version=0>
- 4.8 Rambøll, Solceller – Bergen Rådhus [Internett]. Bergen: Bergen kommune; 2018 [hentet 2020-05-17]. Tilgjengelig fra:
<https://www.mercell.com/m/file/GetFile.ashx?id=113655699&version=0>
- 4.9 Hordaland fylkeskommune. Hordaland fylkeskommune – nytt fylkeshus i Bergen. [Internett]. Bergen: Hordaland fylkeskommune; 2018 [hentet 2020-03-14]. Tilgjengelig fra:
<https://einnsyn.hfk.no/eInnsyn/RegistryEntry/ShowDocument?registryEntryId=646960&documentId=1008626>
- 4.10 Bergens Tidende, Slik skal 21000 tonn med betong fra fylkeshuset brukast på nytt. [internett]. Bergen: Bergens Tidende; 2020 [hentet 2020-05-12]. Tilgjengelig fra:
<https://www.bt.no/nyheter/lokalt/i/Xg1JRx/slik-skal-21000-tonn-med-betong-fraa-fylkeshuset-brukast-paa-nytt>
- 4.11 Fjærestad.J, Nytt fylkeshus – Rom og funksjonsprogram. [Internett]. Bergen: Fylkesrådmannen; 2018 [hentet 2020-05-19]. Tilgjengelig fra:
<https://einnsyn.hfk.no/eInnsyn/RegistryEntry/ShowDocument?registryEntryId=646960&documentId=1005658>
- 4.12 Vestland Fylkeskommune, budsjett 2020 / økonomiplan 2020-2023. [Internett]. Bergen: Vestland fylkeskommune; 2019 [hentet 2020-05-19]. Tilgjengelig fra:

<https://innsyn.vlfk.no/Innsyn/RegistryEntry/ShowDocumentFromDmb?registryEntryId=428&documentId=897>

- 4.13 Organ For Norsk Energi, Norsk Energi nr4 2019. [Internett]. Oslo: Organ for Norsk Energi; 2019 [hentet 2020-05-25]. Tilgjengelig fra:
<https://www.energi.no/docman/tidsskriftet-norsk-energi/2019-1/351-norsk-energi-nr-4-2019/file>

Kapittel 5:

- 5.1 Regjeringen.no, Tildelingskriterier [Internett]. Oslo: Regjeringen.no; 2017 [hentet 2020-05-19]. Tilgjengelig fra:
<https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/konkurransopolitikk/offentlige-anskaffelser-/andre-kolonne/tildelingskriterier/id2518924/#Fotnoter>
- 5.2 Anskaffelser.no, Veileder for BAE [Internett]. Oslo: Anskaffelser.no [hentet 2020-05-19]. Tilgjengelig fra:
<https://www.anskaffelser.no/hva-skal-du-kjope/bygg-anlegg-og-eiendom-bae>
- 5.3 Håvarstein E, Skal plukke den gamle lærerhøgskulen fra kvarandre [Internett]. Bergen: NRK.no; 2020 [hentet 2020-05-25]. Tilgjengelig fra:
<https://www.nrk.no/vestland/skal-plukke-den-gamle-laerarhogskulen-fra-kvarandre--men-alt-skal-bli-brukt-pa-nytt-1.15015554>