

Bærekraft gjennom rehabilitering

- Ett studie av det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum med skisseprosjekt.

Sustainability through rehabilitation

- A study of the Nordenfjeldske Industrial Art Museum, including a sketch project.

Trondheim Mai 2020

Charlotte Jensen Aunaas
Elia Aulie Waaberg

Intern veileder:
Terje Kjetil Fossheim

Ekstern veileder:
Tore Kvalen

Prosjektnr:
27 - 2020

Rapporten er ÅPEN

Besvarelsen består av følgende

En rapport
Et skisseprosjekt

Problemdefinering/prosjektbeskrivelse og resultatmål

I tiden fremover vil det bli mer og mer aktuelt å rehabilitere fremfor å bygge nytt. Dette fordi det stadig blir rettet mer oppmerksomhet rundt det totale CO2-avtrykket som en byggeprosess etterlater seg. Det rives over 22.000 bygg årlig i Norge [1], og dette fører til unødvendig store klimagassutslipp og høyt ressursforbruk. Å transformere eksisterende bygg fremfor å rive har stor effekt. Særlig riving av grunnkonstruksjoner og fundamenter gir store utslipp, her er det mye å hente ved å bevare og rehabilitere disse.

Hele 80 % av bygningene som brukes i 2050 er allerede bygget. Dette gjør at vi er helt avhengige av å finne løsninger på kostnadseffektiv rehabilitering. Mye av eksisterende bygningsmasse i dag har forfalt på grunn av manglende drift og vedlikehold. Dette fører ofte til så store byggetekniske konsekvenser at kostnadene for rehabilitering ikke blir konkurransedyktige mot nybygg. Rehabilitering fører også med seg mye usikkerhet, noe som har stor påvirkning på økonomien i prosjektet. Alt dette har innvirkning på at vi stadig velger å rive eksisterende bygningsmasse og sette opp ny.

Da vi ble presentert det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum var vi enige om at dette var et bygg med et spennende uttrykk. I dag bærer bygget preg av at få utbedringer har blitt gjort etter byggeår 1968. Utdaterte tekniske installasjoner, manglende drenering og dårlig vedlikehold har ført til at det i dag er i svært dårlig forfatning. Med dette utgangspunktet ønsker vi å stille oss spørsmål om er det likevel er mulig å finne løsninger som gjør det lønnsomt og hensiktsmessig å rehabilitere.

Vi ønsker å se nærmere på de utfordringene som er knyttet til NKIM gjennom å gjennomføre en tilstandsanalyse. Ut ifra rapporten vil det vurderes hva som er mulig å bevare og gjøre et kostnadsoverslag for de ulike alternativene, her rehabilitering eller nybygg. Sammen med dette kostnadsoverslaget er det interessant å gjennomføre et enkelt klimaregnskap som kan sees i sammenheng.

Spørsmål som vil være aktuelt å stille er

- *Hvor mye av konstruksjonen er det mulig å beholde?*
- *Hvor tilpasningsdyktig er bygget for bruksendring?*
- *Vil det være lønnsomt? Kan vi finne en bærekraftig/ økonomisk balanse?*
- *Om vi kan bevare bygningsmassen, vil vi da kunne oppnå den energieffektiviteten som er ønsket i dag?*
- *Vi det være mulig å bygge ett tilbygg ift. verneverdi og antikvarisk verdi?*

Etter diskusjon vil vi konkludere med hva vi mener er mest hensiktsmessig å gjøre. Vi ønsker å legge fram et forslag til gjennomføring, enten dette innebærer rehabilitering eller nybygg. Dette forslaget vil inkludere løsninger på de byggetekniske utfordringene, effektivisering av romplan, muligheter for tilbygg samt en kostnadsanalyse på prosjektet.

Stikkord:

Bærekraft, rehabilitering, økonomi, miljøøkonomi, samfunns mål, arkitektur, fotavtrykk

Forord

Denne bacheloroppgaven er et samarbeidsprosjekt som markerer avslutningen på en treårig utdanning ved Instituttet for Bygg- og Miljøteknikk ved Norges Tekniske Naturvitenskaplige Universitet, våren 2020. Rapporten er utarbeidet av Charlotte Jensen Aunaas og Elia Aulie Waaberg, som etter levert oppgave er ferdig utdannet som byggingeniører.

Bakgrunnen for valg av oppgave var å kunne bidra med noe som kan brukes i virkeligheten. Gjennom en familieforbindelse ble vi presentert for utfordringer knyttet til det Nordenfjeldske kunstindustri museum. Dette er et bygg som har vært en del i media ift store byggetekniske utfordringer med fukt, og spørsmålet om det skal rives eller rehabiliteres har blitt diskutert. Muligheten til å forme oppgaven etter eget ønske, samtidig som det som blir produsert kan benyttes i fremtiden gjorde at denne oppgaven passet oss som gruppe.

Det må nevnes at skriveprosessen har vært utfordrende. Verden har stått ovenfor en pandemi, preget av COVID-19, som har ført til en del begrensninger i oppgaven. Dette har helt klart påvirket resultatet, og gitt oss ekstra utfordringer knyttet til innsamling av data og skrivetid.

Videre ønsker vi å rette en stor takk til vår eksterne veileder Tore Kvalen i HENT, som har hjulpet oss og satt oss i kontakt med ressurser oppgaven har vært avhengig av. Denne takken rettes også mot vår interne veileder Terje Kjetil Fossheim som gjennom hele prosessen har veiledet oss. I tillegg må en takk rettes mot Tore Haugen, som ga oss tilgang på oppgaven, og har fungert som en ekstra veileder. Vi ønsker også å takke alle vi har vært i kontakt med som har svart på våre spørsmål, dere har vært helt avgjørende for utarbeidelsen av denne rapporten.

Trondheim 20.05.2020

Elia Aulie Waaberg
Elia Aulie Waaberg

Charlotte Jensen Aunaas
Charlotte J Aunaas

Sammendrag

Klimautfordringene verden står ovenfor er blitt en av de største utfordringene til verdenssamfunnet. Byggebransjen representerer til sammen 40% av dagens utslipp på verdensbasis, hvor den største delen av utslippene er knyttet til materialproduksjon. For å nå fremtidige klimamål må det etableres nye løsninger til hvordan man kan oppgradere eksisterende bygningsmasse og gjøre den mer energieffektiv. Det estimeres at 80 % av den eksisterende bebyggelsen i dag vil være i bruk i 2050. For å kunne beholde en tilfredsstillende standard på denne bygningsmassen er det essensielt at rehabilitering blir en større del av byggebransjen.

I denne oppgaven er det sett på muligheter på hvordan man kan fremme rehabilitering, slik at flere i bransjen prioriterer dette fremfor å rive og bygge nytt. Dette er gjort ved å se på lønnsomheten med det i et bærekraftig lys og utfordringer knyttet til tema. Oppgaven er avgrenset med et ønske om å vise det store bildet, slik at rapporten kan brukes som referanse for andre rehabiliteringsprosjekter i bransjen. Dette innebærer at det kun er gjennomført overslagsberegninger for å gi en pekepinn på kost-/ nytteperspektivet. Vurderingen av innhentet data er gjort med et bærekraftperspektiv, der sosiale og miljømessige prioriteringer veier tyngre enn de økonomiske.

For å undersøke mulighetene, utfordringene og relevansen av rehabilitering i dagens samfunn, er det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum benyttet som eksempelprosjekt. Museet bærer preg av mangelfullt vedlikehold over lang tid og har et stort behov for oppgradering. Da bygget har antikvarisk verdi knyttet til fasaden og taket, vil det derfor være svært aktuelt å se på løsninger for rehabilitering av museet.

I oppgaven kommer det frem at man kan redusere klimagassutslippene med ca. 64% ved å utvikle og rehabiliter eksisterende bygningsmasse fremfor å rive og bygge nytt. Dette understreker viktigheten av å prioritere rehabilitering om man ønsker en mer bærekraftig bygg- og anleggsbransje. Det avdekkes at rehabilitering ofte nedprioriteres grunnet forhøyet økonomisk risiko i prosjektet. Feil og mangler kan være vanskelige å avdekke på et prosjekterende stadie, noe som gjør det vanskelig å planlegge prosjektets fremdrift, tidsbruk og kostnader. Kostnadskalkylen viser at på tross av forhøyet økonomisk risiko, er det på generelt grunnlag mer lønnsomt å rehabiliter fremfor å bygge nytt.

For at det skal være aktuelt for byggenæringen å prioritere rehabilitering må det sees en lønnsomhet i det. Det er derfor viktig at det fremlegges gode referanseprosjekter som viser

hvordan det er mulig å gjennomføre slike prosjekt. Ved at byggherrer og oppdragsgivere stiller tøffe, ambisiøse klimakrav i anbudsprosessen vil det være med å bidra til at man får flere referanseprosjekter på rehabilitering og med det utvikle bransjens kompetanse innen slike prosjekter. Det kommer også frem i oppgaven at dagens forskrift ikke er tilpasset utvikling og rehabilitering av eksisterende bygningsmasse. Her anbefales det at det utvikles en Rehab-TEK og at det settes krav til klimagassregnskap som vurderer rehabilitering opp mot nybygg for samtlige nye prosjekter med eksisterende bygningsmasse. Ved å gjennomføre klimagassberegninger vil man få konkrete tall på klimakosten for begge alternativer, noe som i mange tilfeller kan gjøre at rehabilitering velges fremfor nybygg. I tillegg bør det etableres insentiver for rehabiliteringsprosjekter som kan vise til utslippsreduksjon.

Forslag til insentiver er:

- Enovastøtte til rehabiliteringsprosjekter
- Enovastøtte til ambisiøse pilotprosjekter som kan benyttes som referanseprosjekt
- Redusert byggesaksbehandlingstid

NKIMs utfordringer er typiske skader man finner i eldre bygningsmasse, som det i dag finnes gode, etablerte preaksepterte løsninger. Oppgaven viser gjennom analyse, kostnads kalkyle og litteraturstudier at NKIM kan rehabiliteres for fremtiden og vil være det mest økonomiske og bærekraftige valget. I tillegg vil en bevaring av den eksisterende bygningsmassen til NKIM ta vare på antikvariske verdier som er vanskelig å prissette. Erfaringen tilsier at dette er verdier man først ser verdien av frem i tid.

Abstract

Climate change is one of the biggest challenges of our times. 40 % of the emissions worldwide are related to the construction industry, with the largest proportion being attached to material production. To achieve future climate goals, we need to find solutions for how we can upgrade the existing building stock and make it more energy efficient. It is estimated that 80 % of the buildings used in 2050 are already built. To be able to maintain a satisfying standard, it is essential that rehabilitation is prioritized now.

This thesis looks at how to promote rehabilitation, so that the industry gives greater priority to this. This is done by looking at the sustainable profitability, along with current challenges associated with it. The task is limited in light of showing the bigger picture, so that the report can be used as a reference for other rehabilitation projects in the industry. This means that the calculations in this thesis are only an estimate to give an indication to the cost/ benefit perspective. The assessment of data obtained is done with a sustainability perspective, where social and environmental priorities are weighed heavier than the economic.

In order to investigate the possibilities, challenges and relevance of rehabilitation in today's society, the Nordenfjeldske Art Industry Museum has been used as an example. The museum is characterized by a lack of maintenance and is in need of upgrade. As the building has antiquarian value related to the design, it will be relevant to look at solutions for upgrading the museum without it affecting the buildings expression.

The thesis states that emissions can be reduced by 64 % by rehabilitating existing buildings rather than demolishing and building new. This underlines the importance of prioritizing rehabilitation in order to achieve a more sustainable building and construction industry. It is revealed that rehabilitation often is prioritized due to increased financial risk in the project. Damages can be difficult to detect at an early stage, making it difficult to plan the project's process. Despite the overall picture, the estimated cost for rehabilitating NKIM is in this thesis lower than rising a new museum.

For the industry to prioritize rehabilitation they must see the profit in it. If builders place tough, ambitious climate requirements in the tendering process it will lead to more reference project to be inspired by and will develop the industry's competence in such projects. It is also stated in the thesis that the requirements in TEK17 are too strict for measures on existing buildings, and the report believes it is an investment to prepare a separate refurbishment regulation. By requiring LCA (Life Cycle Assessment) that compares the alternatives,

rehabilitation and rising new buildings in cases where this is relevant, it will give specific figures on the climate cost attached to the projects. In addition, incentives should be established for rehabilitation projects that can show emission reductions.

Suggestions for incentives:

- Enova support for rehabilitation projects
- Enova support for ambitious pilot projects that can be used as a reference project
- Reduced construction case processing time

NKIM's challenges are typical problems found in older building stock. Today there are good established pre-accepted solutions for these problems. The thesis shows through analysis, cost calculations and literature studies that NKIM can be rehabilitated for the future. It will be the best economic and sustainable choice. Developing the museum will also ensure to preserve antiquarian values attached to the building, which are values difficult to put a price to.

Experience indicates that you first see the value in this in the future.

Innholdsfortegnelse

Forord II

Sammendrag III

Abstract V

Figurliste.....	1
Definisjoner og begreper	3
1 Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn.....	5
1.1.1 NKIM – Nordenfjeldske kunstindustrimuseum	5
1.1.2 Byggeskikk 1960.....	7
1.1.3 Rehabilitering i dag	8
1.1.4 Klimamål	9
1.1.5 Problemstilling	10
1.1.6 Avgrensninger	11
1.1.7 Aktualitet.....	12
2 Metode.....	13
2.1 Litteratursøk.....	13
2.2 Ekstern kompetanse	13
2.3 Kalkulering	13
2.4 Klimaregnskap.....	14
2.5 Analyse	14
2.6 Skisseprosjekt.....	14
2.7 Archicad.....	14
3 Teori	15
3.1 Rehabilitering	15
3.1.1 Eksisterende bygningsmasse	15
3.1.2 Typiske tiltak/ årsaker	18
3.2 Rehabilitering og klima	19
3.2.1 Utslippsanalyse fra SINTEF.....	20
3.3 Bærekraft	21
3.3.1 Bærekraftig utvikling	21
3.3.2 Bærekraftige tiltak ved rehabilitering.....	22
3.4 Krav og rammer ved rehabilitering.....	30
3.4.1 Plan- og bygningsloven.....	30
3.4.2 SAK 10.....	31
3.4.3 TEK 17	31
3.5 utfordringer	32
3.6 Bygningsdeler og tilknyttede problemområder	34
3.6.1 Fundament.....	34
3.6.2 Gulv.....	36
3.6.3 Yttervegg.....	36
3.6.4 Vinduer.....	38
3.6.5 Tak.....	39
3.6.6 Problemområder og tiltak.....	41
4 Innovasjon – Etablering av en gjenbruksportal for byggebransjen.....	44
5 Resultat.....	46
5.1 Analyse	46
5.1.1 Bygningsdeler.....	46
5.1.2 Tekniske installasjoner	54

5.1.3	Planløsning	56
5.2	Utbedringer	58
5.2.1	Fukthåndtering.....	58
5.2.2	Energieffektivisering	59
5.2.3	Fundament og konstruksjon	62
5.2.4	Tekniske installasjoner	63
5.2.5	Planløsning	64
5.3	Kostnads kalkyle.....	65
5.4	Klimaregnskap	68
6	Drøfting	70
6.1	Lønnsomheten ved å rehabilitere	70
6.2	Utfordringer	71
6.2.1	Økonomi	71
6.2.2	Tekniske utfordringer	71
6.2.3	Regelverk og forskrifter	72
6.3	Balansen mellom bærekraft og økonomi	73
6.4	Aktualitet	74
6.4.1	Samfunnsansvar.....	74
6.4.2	Tilrettelegger dagens regelverk for rehabilitering av eksisterende bygg?	76
6.5	Bør NKIM rehabiliteres?	77
7	Konklusjon	79
7.1	Hvordan kan vi få byggenæringen til å prioritere rehabilitering fremfor nybygg? ..	79
7.2	Kan det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum rehabiliteres for fremtiden?	80
	Referanseliste	81
	Vedlegg	87
1.	Artikkel.....	88
2.	Skisseprosjekt.....	89
3.	Mailkorrespondanse – HENT	133
4.	Mailkorrespondanse – Byantikvaren	135
5.	Analysedata LCA	138
6.	Plakat	140

Figurliste

Figur 1: Shearing layers of change. Because of the different rates of changes of its components, a building is always tearing itself apart (Skjermdump fra How buildings learn, Brand, S..(1995)).....	17
Figur 2: FDVU-modell, vedlikeholds påvirkning på intervaller for rehabilitering, (Multiconsult, 2010)	18
Figur 3: Fordeling av klimagassutslipp ved «ferdig bygg» viser at materialproduksjon er den store «synderen»- og har dermed størst potensiale for gevinst. Også byggeplassutslipp og klargjøring av tomt har vesentlig utslippsnivå. Bilde hentet fra futurebuild, SSB	19
Figur 4: Bærekraftig utviklings tre dimensjoner (egenprodusert)	22
Figur 5: Fastsetting av produktsystemer for byggevarer. Stiplede linjer angir systemgrensen. (Byggforsk, 2014).....	23
Figur 6: Behandling av avfall fra nybygging, rehabilitering og riving. (Data fra SSB, 2018, egenprodusert figur).....	26
Figur 7: Genererte mengde avfall fra nybygging, rehabilitering og riving (Data fra SSB, 2018, Egenprodusert figur)	26
Figur 8: Tilpasningsdyktighet, Egenprodusert, inspirert av (Nakstad, Engebakken, 2019)	27
Figur 9: Fordelingsoversikt, byggskader (Byggforsk 700.110, 2010, egenprodusert)	34
Figur 10: Viser vanlige skader og feil på yttervegg mot terreng (Skjermdump, Byggforsk, 700.110, 2010).	35
Figur 11: Vanlige skader og feil i yttervegger av mur og betong (Skjermdump, Byggforsk 700.110, 2010).	37
Figur 12 Kompakt tak (Skjermdump, Byggforsk 525.207, 2018).....	39
Figur 13: Oppbygning av tak med isolert takflate og luftet tekning og utvendig nedløp (Skjermdump, Byggforsk 525.002, 2018).	40
Figur 14: Vanlige skader og feil i isolerte skråtak og tak med kaldt loft (Skjermdump, Byggforsk, 700.110, 2010)	40
Figur 15: Fordelingsoversikt, fuktskader (Byggforsk 700.110, 2010, egenprodusert.).....	41
Figur 16: Alternative plasseringer av radonmembran i gulvkonstruksjon. Radonmembraner i bruksgruppe B og C kan erstatte fuktsperre i gulvet (Skjermdump, Byggforsk 520.706, 2018).	42
Figur 17: Byggebransjen må gå fra lineærøkonomi til sirkulærøkonomi (skjermdump fra osloregionen.no, 2020).....	45
Figur 18: Synlige fuktskader i kjellervegg. Befaring NKIM 31.01.2020	46
Figur 19: Konstant vanntrykk mot fundament. Synlig i teppeflis i kjeller. Befaring NKIM 31.01.2020.....	46
Figur 20: Effekter på temperaturvariasjoner av henholdsvis utvendig og innvendig etterisolering. (Skjermdump Byggforsk 723.312)	47
Figur 21: Viser snitt av ytterveggen til NKIM (Dora arkivet, 2020).....	47
Figur 22: Temperaturfordeling i teglvegg for uisolert (a), utvendig etterisolert (b) og innvendig etterisolert (c). Kilde: Blumberga et al. (2013).....	48
Figur 23: Innvendig etterisolering. Løsning er aktuell der utvendig etterisolering ikke er aktuell (Skjermdump Byggforsk 723.312, 2014)	48
Figur 24: Snitt av konstruksjonen til NKIM for å vise bæresystem (Dora arkivet)	49
Figur 25: Tak detalj NKIM (Dora arkivet).	51
Figur 26: Snitt vindusdetalj i yttervegg NKIM (Dora arkivet).....	52
Figur 27: NKIM i gatebilde. (skjermdump fra mist.no)	52
Figur 28: STD-dekker er brukt til etasjeskiller (Dora arkivet.)	53
Figur 29: Utdaterte systemer. Bilde fra Befaring NKIM 31.01.2020	54

Figur 30: Manuell styring av ventilasjonsanlegget. Følere brytere er ute av drift. Befaring NKIM 31.01.2020	54
Figur 31: EL-skap med skrusikringer. Utdatert. Bilde fra befaring NKIM 31.01.2020	55
Figur 32: Styringspanlet bak respesjonen. Utdatert. Bilde fra befaring NKIM 31.01.2020....	55
Figur 33: Vifterom, stor feil og mangler. Befaring NKIM 31.01.2020	55
Figur 34: Plan 1	56
Figur 35: Kjeller.....	56
Figur 36: Plan 4.....	57
Figur 37: Plan2.....	57
Figur 38: Plan 3.....	57
Figur 39: Fuktsikker oppbygning av vegger mot terreng. (Skjermdump fra Byggforsk 514.221, 2020)	58
Figur 40: Snitt av vindusinnsetting NKIM. Innvendig isolert. Bildet tatt fra Opprinnelige tegninger på Dora Arkivet.	60
Figur 41: Eksempel på plassering av vindu i betongvegg. Bildet avviker fra virkeligheten da NKIM er innvendig isolert. (Skjermdump Byggforsk 523.702, 2018).....	60
Figur 42: Tak detalj. Dora-arkivet	61
Figur 43: Utvendig etterisolering (Skjermdump fra Byggforsk 725.403, 2005)	61
Figur 44: Læsmassekart fra Norges geologiske undersøkelser (skermdump, 2020).....	62
Figur 45 – Konstruksjonsprinsipp.....	63
Figur 46: Vanlige plasseringer av tekniske rom (Skjerndump Byggforsk 379.320, 2002)	64
Figur 47 - Gunnerus gate 1 - Tegnet av Herman Krag	65
Figur 48 Diagram over hva hoveddelen av utslippet er knyttet til (One Click LCA)	69
Figur 49 Bundet karbon fra "vugge til grav", (One Click LCA)	69

Definisjoner og begreper

MIST: Museene i Sør-Trøndelag. MIST er en av regionenes største kulturinstitusjoner og består av 12 museer og 25 besøkssteder. De tar vare på, produserer og formidler kunnskap om norsk kunst- og kulturhistorie gjennom utstillinger, publikasjoner, og en rekke publikums tilbud tilpasset ulike målgrupper. NKIM er underlagt MIST (mist.no, 2020)

NKIM: Nordenfjeldske kunstindustrimuseum.

Bærekraftig utvikling: «Utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (vår felles framtid, 1987)

BREEAM: Verdens eldste og Europas ledende miljøsertifiseringsverktøy for bygninger. Sertifiseringen er basert på dokumentert miljøprestasjoner i ni kategorier ledelse-, helse- og innemiljø, energi, transport, vann, materialer, avfall, arealbruk og økologi samt forurensing (Grønn Byggallianse, 2020)

Rehabilitering: Innenfor bygningsvern menes det en istandsettelse av eldre byggverk til opprinnelig standard. Arbeidet inkluderer utskifting av bygningsdeler og komponenter for at bygningen skal kunne tilpasses nåtidsformålet eller rette på forsømt vedlikehold. (600.004 Byggforsk, 2017) I denne oppgaven menes rehabilitering henholdsvis totalrehabilitering.

Sirkulærøkonomi: I en sirkulær økonomi må produktene vare så lenge som mulig, repareres, oppgraderes og brukes om igjen. Når produktene ikke kan brukes om igjen i sin opprinnelige form skal avfallet kunne material gjenvinnes og brukes som råvarer i ny produksjon (SINTEF, 2018)

LCA: (Life Cycle Assessment) eller livsløpsanalyse er en systematisk kartlegging og vurdering av miljø – og ressurspåvirkninger gjennom hele livsløpet til et produkt/produksjonssystem. Fra råvareutvinning, produksjon, transport, bruksfase til avhending eller gjenbruk (lca.no, 2020)

VUGGE TIL GRAV: I «vugge til grav» prinsippet inkluderer hele livssyklusen til produktet eller aktiviteten, fra uttak av råmaterialer, produksjon, distribusjon, bruk, gjenbruk, vedlikehold og resirkulering – til endelig kassering.

EDP: *Environmental product declaration* – En miljødeklarasjon er et kortfattet dokument som oppsummerer miljøprofilen til en komponent, et ferdig produkt eller en tjeneste på en standardisert og objektiv måte (EPD Norge, 2020).

TEK 17: Forskrift om tekniske krav til byggverk trekker opp grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge (dibk.no, 2020)

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. Denne veiledningen forklarer forskriftens krav, utdyper innholdet i dem og gir føringer for hvordan kravene kan etterkommes i praksis (dibk.no, 2020).

Pbl: Plan- og bygningslov er sentral for all arealforvaltning og byggevirksomhet. Loven gjelder for planlegging av arealbruk og for byggesaksbehandling, og gjelder for hele landet og i sjøen til én nautisk mil utenfor grunnlinjene (regjeringen.no, 2020)

DIBK: Direktoratet for byggekvalitet er et nasjonalt kompetansesenter for bygningsområder og sentrale myndigheter på flere områder innafor bygningsdelen av plan - og bygningsloven (dibk.no,2020)

Insentiver: Et insentiv er noe som motiverer mennesker til handling. Insentiver kan påvirke adferd og valg gjennom å gjøre et alternativ mer å foretrekke enn ett annet (snl.no, 2018)

Eksisterende bygningsmasse: “Eksisterende bygningsmasse” er et begrep som omfatter alle former for eksisterende bygninger. Eksisterende bygninger består videre av mange forskjellige sjikt, som blant annet hovedkonstruksjoner, tekniske installasjoner, kledning og innredning. (Leland, 2004).

CO2-ekvivalent: Klimagassutslipp knyttes hovedsakelig til karbondioksid, men som regel omfatter utslipp også gasser som metan, lystgass og fluorgasser. Alle disse har forskjellig oppvarmingseffekt. For å kunne sammenligne dem, regnes de om til CO2-verdier, kalt CO2-ekvivalenter som gjør at ulike utslipp kan sammenlignes. CO2-ekvivalenter i byggebransjen måles gjerne i kgCO_{2e}/m², som sier noe om hvor mye utslipp som er knyttet til hver kvadratmeter. (SNL, 2020)

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

1.1.1 NKIM – Nordenfjeldske kunstindustrimuseum

Det Nordenfjeldske Kunstindustrimuseum (heretter kalt NKIM) ble grunnlagt i 1893 og har siden den gang samlet på samtids kunsthåndverk og design. Museet har store samlinger av eldre og nyere kunsthåndverk, hvorav ca 15% er utstilt i museets egne lokaler.

I 1968 ble NKIM slik det står i dag ferdigstilt, bygget ble tegnet og utviklet av arkitekten Herman Krag og har et karakteristisk og spennende uttrykk med fasade av tegl og store vindusflater. I Munkegata, der museet befinner seg er store deler av bebyggelsen eldre tre og murhusbebyggelse, hvor mye er verneverdig og har stor antikvarisk verdi for Trondheim by. Selv om museets uttrykk er moderne, har byggets generelle utforming mye av det samme preget som bebyggelsen i området.

Bygget består i dag av 3 etasjer, der kjeller, 1. og 2. etg benyttes til utstillingsareal. 3. etasje er hovedsakelig benyttet til magasin, hvor store deler av samlingene oppbevares. NKIM inngår i MIST stiftelsen, som har hovedansvaret for forvaltning drift av museet. MIST står for museene i Sør-Trøndelag og er en av regionens største kulturinstitusjoner og består av 12 museer og 25 besøkssteder. Formålet med stiftelsen er å ta vare på, produsere og formidle kunnskap om norsk kunst – og kulturhistorie gjennom utstilling, publikasjoner og en rekke publikumstilbud tilpasset ulike målgrupper (mist.no, 2020).

1.1.1.1 Museet som samfunnsrolle

«Museenes samfunnsrolle eller samfunnsoppdrag ligger i å utvikle og formidle kunnskap om menneskers forståelse av og samhandling med sine omgivelser. I dette ligger stor faglig frihet og samtidig utfordringer for museene i å definere hva som er relevant og viktig i et samfunnsperspektiv. Dette er et faglig kjernesporsmål som museene løpende må vurdere å konkretisere.» (NKIM, 2020)

Museene spiller en rolle i samfunnet som kan virke samlende og integrerende.

Samfunnsoppdraget bidrar til å gi museene en sentral plass i offentligheten. Kunstmuseene i Trondheim er inne i en brytningstid med tanke på publikums ønskede bruk av dem som møteplass, kunnskapskilde og landemerke. De må være i stand til å endre seg i takt med bruken av ny teknologi i utvikling og formidling av kunst og design. Dette er helt nødvendig og avgjørende for å kunne være aktuelle arenaer for debatt og samfunnsforståelse.

1.1.1.2 Hva museet i dag føler er utfordrende

I 2016 ble det utført en mulighetsstudie i forbindelse med fremtiden til NKIM og Trondheim kunstindustrimuseum (Mulighetsstudie, 2016). I studiet blir det tatt opp hva museet mangler for at det skal være velfungerende. Her ble det lagt mest vekt på byggets manglende fleksibilitet i forhold til universell utforming, utstillingsmuligheter, publikumsopplevelser og arbeidsforhold. Med fleksibilitet menes det at museet per dags dato ikke kan benyttes til andre formål enn museum og slik som planløsningen er i dag er det vanskelig å endre hvordan museet fremstilles. For å øke interessen og skape en attraktiv kulturinstitusjon er man avhengig av at bygningen kan brukes utenom åpningstider. Dette til kulturelle arrangementer, foredrag og selskaperligheter.

I dagens samfunn bør kulturelle institusjoner også i stor grad ha universell utforming. NKIM har gjort tiltak i senere tid for å legge til rette for rullestol, men det mangler fortsatt en del for å oppfylle høy grad av universell utforming. Utstillingsarealene har store vindusarealer som setter begrensinger for utstillingene i tillegg til at hele utstillingsarealet i kjelleren er avstengt grunnet fuktskader. De tekniske installasjonene er utdaterte og mangelfulle, noe som er ekstra problematisk da museet lagrer store deler av kunstsamlingen sin i bygget. Mye av kunsten her krever spesielle forhold, slik som riktig temperatur og luftkvalitet for at kvaliteten ikke skal forringes. De ansatte har dårlige arbeidsforhold, da de mangler møterom, prosjektor, verksted og kontorlokaler med de rette fasilitetene.

Dermed kan det konkluderes med at museet er modent for en mer omfattende oppgradering. Det for å bedre arbeidsforhold og muligheten til museet, og etablere en mer moderne kunstinstitusjon som er tilpasset samfunnet i 2020.

1.1.1.3 Museets ønskede funksjonskrav

I mulighetsstudie konkretiseres museets samfunnsrolle slik: *«Museenes samfunnsrolle eller samfunnsoppdrag ligger i å utvikle og formidle kunnskap om menneskers forståelse av og samhandling med sine omgivelser.*

Slik museet fremstår i dag oppfyller de ikke samfunnsrollen sin. Omgivelsene er nedslitt, og bærer preg av dårlig vedlikehold over flere år. Totalopplevelsen for publikum oppleves uoversiktlig. Med dette menes mange trange rom, ingen gitte ganglinjer eller naturlig vei for publikum å gå. Et moderne museum skal appellere til alle aldre og menneskelige grupper og det krever at det er muligheter for alle disse gruppene. De ønsker at barn skal kunne utforske kunsten i formidlingsrom, voksne skal kunne oppleve kunsten for så å sette seg et sted å

diskutere den etterpå. Innvandrergupper, eldre, kulturinteresserte, ungdom, studenter, arbeidere og barn skal kunne oppleve NKIM som en møteplass for opplevelser og sosialt samvær i tillegg til å være et museum.

For å komme dit må museet tilrettelegges. Det må etableres spiserom og oppholdsrom for skoleklasser, garderober, formidlingsverksted, forelesningssaler, bibliotek og rom for utstillinger. For at museet skal være en suksess, må de ansatte trives. Arbeidsforhold må tilrettelegges slik at de for gjort jobben sin på best mulig måte. Verksteder, arbeidsrom, møterom, kontorer, spiserom og prosjektrum må bygges. I tillegg må logistikken med oppbevaring av kunstsamlingen bedres. Magasiner med kontrollert temperatur må etableres, gjerne en plass som gjør det enkelt mht frakt og utbytting av utstillinger.

Får man etablert de tingene som er nevnt ovenfor vil forholdene ligge til rette for å skape ett museum som appellerer til publikum. Den totale bruken av museet vil endres til en kulturinstitusjon som kan benyttes til mye mer en utstilling av kunst. NKIM ligger i kjernen av Trondheim sentrum sammen med andre store kunstinstitusjoner. Dermed ligger forholdene godt til rette for at NKIM også kan bli en moderne kulturinstitusjon.

1.1.2 Byggeskikk 1960

Det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum sto ferdig i 1968. Denne tidsperiodens byggeskikk var preget av at det ble utviklet nye produksjonsmåter, bygningsmaterialer og teknikker som gjorde det mulig å skape nye former på bygg og deres fasader. Perioden kommer under den internasjonale modernismen, og byggverkene preges av blant annet mye stål, betong og glass (Byggforskald 612.01, 1995).

Det er noe vanskelig å plassere NKIM i denne tidsperioden, da det er mange sider ved det arkitektoniske som ikke stemmer. I en artikkel om Herman Krag som sto på trykk i Norsk biografisk leksikon, beskrives det at han hadde en uvilje mot å slutte seg til noen ideologi eller binde seg til noen av sidene i samtidens arkitektur debatt. Fokuset hans lå i materialenes egenskaper, og han hadde en spesiell interesse for egenskapene til tegl, som kommer frem både på NKIM og Moholt studentby som for øvrig også er tegnet av Herman Krag. Han hadde sansen for håndverksmessige og det gjorde at han søkte arkitektoniske kvaliteter uten å la seg styre av de overordnede ideologiene. Herman Krag representerte den tradisjonelle arkitektrollen med ansvar for hele byggeprosessen (snl.no, 2009).

Som et resultat av mere effektive produksjonsmåter og bygningmaterialer ble det på slutten av 60-tallet reist en rekke konstruksjoner til enebolig, industri, blokk osv. I tidsperioden

1960-1987 var konstruksjonen prioritert under bygging, noe som resulterte i solide, men svært lite energieffektive konstruksjoner. Dermed har man i dag en rekke byggverk der selve konstruksjonen er fin, men manglende fokus på drenering og energieffektivitet har gitt disse byggene store problemer med fukt og kuldebroer (Byggforsk 612.011, 1995). I tillegg oppleves bygg i denne tidsperioden som trange, da planløsningen er basert på mindre og flere rom. Da bygg fra denne tidsepoken ga veldig solide konstruksjoner er det derfor stor mulighet for å utvikle eksisterende bygningsmasse og redusere utslipp knyttet til materialer.

1.1.3 Rehabilitering i dag

Ifølge SSB rives det over 22 000 bygg hvert år i Norge alene (Bygg.no, 2019). Dette er ikke spesielt forenlig med klimamålene til regjeringen og EU, som ønsker en større grad av sirkulærøkonomi på verdensbasis. EU krever at 70% av alt byggeavfall skal materialgjenvinnes innen 2030 (EU Rammedirektiv, 2020). Dette gjør rehabilitering mer aktuelt nå, enn det noen gang har vært.

Likevel ser man at det rives mye bygningsmasse gjennom året. Hvorfor blir ikke mer rehabilitert og hva er det som kan gjøre det mer attraktivt å rehabilitere fremfor å rive? Det er flere grunner til at man ofte velger bort rehabilitering, en stor del av det ligger i at det er høyere risiko og usikkerhet i forbindelse med prosessen. Alle rehabiliteringsprosjekter er forskjellig, og det er vanskelig å lage en bransjestandard som tar høyde for og er tilpasset alle mulige utfall. Likevel ser man en positiv utvikling i bransjen. Sjef for Statsbygg, Harald Vaagaasar Nikolaisen har nevnt i flere artikler at «vi kan ikke bygge oss til Paris-avtalen» (Statsbygg, 2019). I tillegg finnes det en rekke interessegrupper som jobber hardt med å fremme rehabilitering og avkrefte myter. Blant annet Grønn Byggallianse som er en av disse interesseorganisasjonen. De har produsert ett temahefte som tar for seg myter ved rehabilitering, og oppfordrer byggherrer, utviklere, entreprenører og andre aktører i bransjen til å lese gjennom tipsheftet før de tar avgjørelser om å rive eller bygge nytt.

For å minske utslipp etablerer stat og kommune stadig høyere mål. Byggebransjen er en av de bransjene med størst potensiale til forbedring på dette området. Kunder, eiere av byggene og brukere etterspør miljøvennlige bygg, gjerne med miljøsertifiseringer slik som BREEAM. Som en konsekvens av dette ser investorer og utviklere en økonomisk gevinst i å fremme «grønne bygg» og setter prosjektbaserte krav til sertifiseringene. Miljøsertifiseringer sikrer bærekraftige nybygg, men vi må også legge forholdene til rette for å utbedre eksisterende bygningsmasse for å nå klimamål lokalt og internasjonalt.

1.1.4 Klimamål

1.1.4.1 Trondheim Kommune

I mai 2017 ble *Kommunedelplan: energi og klima 2017-2030* vedtatt, der formålet til planen er å redusere klimagassutslipp i Trondheim kommune og kommunens egen virksomhet. Planen tar for seg ulike sektorer, og legger frem hovedmål og strategier for å gjøre disse sektorene mer klimavennlige.

Trondheim er Norges tekniske hovedstad, med veletablerte institusjoner som NTNU og SINTEF. De sitter på unik kompetanse og løsninger om hvordan Trondheim kan bli en av verdens mest klimavennlige byer. Dette er kunnskap Trondheim må benytte seg av i det kommunen går inn i det grønne skiftet.

Det grønne skiftet er betegnelsen på kommunenes plikt og jobb mot en mer klimavennlig kommune. Gjennom klimaavtalen med EU har Norge allerede forpliktet seg til å samarbeide med EU om å redusere utslippene med minst 40 prosent innen 2030 sammenlignet med 1990-nivå (Regjeringen, 2020). Dette er en omfattende oppgave og derfor må prosessene og endringene starte nå. Bygg og anlegg er den sektoren med mest utslipp, men også en sektor med mye potensiale. Kommunen skal bruke sin myndighet og rolle som byggherre og eiendomsutvikler til å stimulere utvikling av klimavennlige bygg (Kommunedelplan, 2017). Strategien til kommunene er suksess som standard, og etablerer mange nye pilotprosjekter.

1.1.4.2 Bygg og anlegg

Det kommer frem i klimaplanen til Trondheim kommune at egen bygningsmasse står for 60% av det totale klimaavtrykket til kommunen (Kommunedelplan, 2017). Eiendomsporteføljen innehar både nybygg og bygg med antikvarisk verdi, der de eldre bygningene gir negativt utslag på energieffektiviteten (Kommunedelplan, 2017). I kommunedelplanen, klima og energi 2017-2030 er det stadfestet at ved å oppgradere de tekniske installasjonene i den eldre bygningsmassen slik at man kan drifte bygget etter behov, vil energibesparelsene være tilfredsstillende i forhold til kommunenes utslippsmål.

I 2030 vil hoveddelen av bygningsmassen i Trondheim allerede være bygget, og kommunenes egen eiendomsportefølje vil hovedsakelig bestå av eksisterende bygningsmasse der en stor andel trenger iverksettelse av tiltak for å bedre drift, vedlikehold og energibesparelse (Kommunedelplan, 2017). Dermed har kommunen i klimaplanene kommet med følgende mål for egen virksomhet:

- 5B «Trondheim kommune skal arbeide for en klimanøytral eiendomsportefølje og utvikle helhetlige løsninger for bygg, energi og transport som bidrar til klimavennlig byutvikling.»
- 5C «Gjennomføre pilotprosjekter og utvikle strategier og tiltak for å redusere klimafotavtrykket til kommunale anlegg og infrastruktur innen 2020.»

(Kommunedelplan, 2017)

1.1.4.3 Paris-avtalen

Paris-avtalen er en internasjonal avtale som skal sørge for at verdens land klarer og begrense klimaendringene. Den ble vedtatt 12.12.15 og trådte i kraft 04.11.16, før den ble ratifisert i Norge 22.02.16.

Parisavtalens innhold går hovedsakelig ut på at alle landene har forpliktelser til å begrense klimautslipp. Dette innebærer at alle landene skal ha en klimaplan, med konkrete mål som skal rapporteres og fornyes hvert 5 år fra 2020. For at denne avtalen skal være gunstig for alle land er det slik at de rike landene *må* betale inn til avtalen, mens de mindre rike *kan* betale inn. Klimaendringene er ett faktum, og det siste hovedtrekket ved avtalen poengterer at alle landene må tilpasse seg klimaendringen ved å dele erfaringer og metoder for å håndtere endringene.

1.1.4.4 Hvordan påvirker dette NKIM

På bakgrunn av målene som er satt for verden, Norge og Trondheim, kan man argumentere for at kommunen har et visst ansvar med å bidra til at flere prosjekt gjennomføres i tråd med sine egne målsettinger. Som kommune kan de gå foran som ett godt eksempel, og legge til rette for at næringsliv, eiendomsutviklere og byggherrer velger å gjennomføre prosjekter i bygg- og anleggsbransjen på en bærekraftig og miljøvennlig måte. NKIM er et godt utgangspunkt for et slikt pilotprosjekt som Trondheim kommune beskriver i sin klimaplan, under 5C. Dette bygget står ovenfor utfordringer som er gjenkjennbare i flere eldre bygg med rehabiliteringsbehov.

1.1.5 Problemstilling

I tiden fremover vil det bli mer aktuelt å rehabilitere fremfor å bygge nytt. Dette fordi det stadig blir rettet mer oppmerksomhet rundt det totale CO₂-avtrykket som en byggeprosess etterlater seg. Det rives over 22.000 bygg årlig i Norge (Bygg.no, 2019). Dette fører til unødvendig store klimagassutslipp og høyt ressursforbruk. Å transformere eksisterende bygg fremfor å rive har stor effekt for å minimere disse utslippene. Det er særlig mye å spare ved å

unngå rivning av grunnkonstruksjoner og fundamenter da disse ofte består av materialer som fører til store utslipp under produksjonen.

Hele 80 % av bygningene som er i bruk i 2050 er allerede bygget (Kommunal- og regionaldepartementet, 2012). Dette gjør at vi er helt avhengige av å finne kostnadseffektive løsninger for rehabilitering og vedlikeholdsplaner som er gjennomførbare og opprettholdes. Mye av den eksisterende bygningsmassen i dag har forfalt på grunn av manglende drift og vedlikehold. Dette fører ofte til så store byggetekniske konsekvenser at kostnadene for rehabilitering ikke blir konkurransedyktige mot nybygg. Rehabilitering fører også med seg mye usikkerhet, noe som har stor påvirkning på økonomien i prosjektet. Alt dette har innvirkning på at vi stadig velger å rive eksisterende bygningsmasse og sette opp nytt, fremfor å rehabilitere.

Det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum bærer i dag preg av at få utbedringer er gjort etter byggeåret. Ikke fungerende tekniske installasjoner, fuktproblematikk grunnet manglende drenering og lite effektiv planløsning er blant problemområdene som preger bygget i dag.

Med utgangspunkt i det ovenstående ble det utviklet følgende hovedproblemstilling:

«Hvordan kan bygg og eiendomsnæringen styrke bærekraft gjennom rehabilitering av eksisterende bygg»

Videre er det tatt utgangspunkt i følgende underproblemstillinger:

- Hvordan kan vi få byggenæringen til å prioritere rehabilitering fremfor nybygg?
- Kan det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum rehabiliteres for fremtiden?

1.1.6 Avgrensninger

Temaet for oppgaven er relativt vidt. Dette gir et helhetsbilde med mange aktuelle temaer, slik som klima, økonomi, byggeteknikk, samfunnsperspektiv og utvikling av et skisseprosjekt. Noe som fører til en del naturlige avgrensninger til dybden i hvert tema. De gjennomførte beregningene er kun gjort som et overslag for å gi en indikasjon på kost-/nytteperspektivet. Oppgaven har som fokus på å fremme rehabilitering og dermed er det ikke gjort direkte litteratursøk på alle utfordringene knyttet til det. Videre er det kun sett på preaksepterte løsninger for de aktuelle problemene.

COVID-19-pandemien har satt en del naturlige avgrensninger til oppgaven. Gruppen har ikke vært i kontakt med museet siden midten av februar, noe som har ført til at det er gjort noen antagelser i følge med utvikling av skisseprosjektet. Det har også bydd på noen tidsmessige utfordringer som gjør at det ikke har vært mulig å gå i dybden slik ønsket var.

1.1.7 Aktualitet

De siste årene har fokuset til byggeindustrien blitt mer rettet mot hvordan industrien kan bidra til å nå klimamålene innen 2050. Bygg står i dag for 40% av utslippene på verdensbasis, noe som gjør at interessen for å finne gode løsninger for minimering av utslipp står sentralt hos flere forskningsinstitutt og større bedrifter.

Viktigheten av å se på hvordan vi kan utvikle eksisterende bygningsmasse i dag, og gjennom dette minimere utslipp knyttet til materialproduksjon og deponering av avfall er et aktuelt tema. Gjennom byggeindustrien.no har store aktører innen bygg og anlegg benyttet arenaen til å belyse temaet, noe som kan bidra til et økt engasjement også hos mindre aktører. Ved at disse aktørene går frem som gode eksempler kan også være med å presse myndighetene og det offentlige til å i større grad tilrettelegge for rehabilitering fremfor nybygg.

SINTEF som i dag er den fremste i Norge til å forske og gi dokumenterte løsninger og anbefalinger for prosjektering, utførelse og forvaltning av bygninger, har gitt ut flere rapporter på hvorfor det er så viktig å prioritere rehabilitering fremfor å rive og bygge nytt. De kom senest i mars 2020 ut med en ny forskningsrapport som underbygger dette, hvor 120 ambisiøse byggeprosjekter ble nøye analysert gjennom livsløpsanalyser. Her kom det også frem hvor mye utslipp som kan spares ved å gjenbruke mye av bygningsmassen. Resultater fra rapporten vil presenteres senere i oppgaven.

Man ser også et engasjement rundt denne problemstillingen gjennom tidligere bachelor- og masteroppgaver ved NTNU og NMBU. Her har det blant annet blitt diskutert bærekraftig rehabilitering og hvordan man kan rehabilitere vernede bygningsmasse.

2 Metode

2.1 Litteratursøk

Gjennom denne skriveprosessen har gode litterære kilder vært avgjørende og tidskrevende. Internett gjør at det finnes nærmest uendelig mye informasjon, og utfordringen ligger i å finne den litteraturen som er korrekt. Dermed har gruppen benyttet seg av publikasjoner fra kjente sikre kilder som Byggforsk, Sintef og Lovdata. Ut fra disse kildene er det hentet relevante fagartikler, standarder og forskrifter. I tillegg har gruppen brukt søkemotoren Oria, som er bibliotekets egen søkemotor for å finne annen relevant informasjon.

I tillegg til disse er Google benyttet som søkemotor for å hente ut informasjon om enkelte temaer. Deriblant Grønn byggallianse sine nettsider og Enova. I søkeprosessen på disse nettsidene har man vært ekstra kritisk til informasjonene og det er gjort grundige søk på kildene og litteraturens som er bukt i oppgavene for å bekrefte at kilden er sikker. Det har i tillegg blitt diskutert mye rundt samfunnsengasjementet til temaet, noe som har resultert i at artikler fra byggeindustrien.no er benyttet og henvist til.

2.2 Ekstern kompetanse

Denne oppgaven har brukt ekstern kompetanse på områder det er vanskelig å finne støttelitteratur. Kommunikasjonen har hovedsakelig skjedd via e-post og møter. Informasjonen fra ekstern kompetansen har vært avgjørende for deler av oppgaven, og anses som sikker da de er anerkjent i bransjen. Her er det hovedsakelig HENT som har bidratt, med ekstern veileder Tore Kvalen.

Tidlig i utviklingen av oppgaven ble det gjennomført befaringer og møter med museets driftsansvarlig. Dette har også vært avgjørende for å kunne utvikle oppgavens problemstilling. Styremedlem i MIST og professor på NTNU, Tore Haugen har også bidratt som støtte underveis i prosessen.

2.3 Kalkulering

Gruppen har fått god hjelp fra veiledere i HENT med et overslag på kostnadene knyttet til det aktuelle temaet, rehabilitering eller rive og bygge nytt. Kalkuleringen som er gjennomført baserer seg på erfaringspriser fra konkurranser ned totalrehabilitering av tilsvarende bygg. Her har man hentet priser fra forskjellige prosjekter HENT har kalkulert og vært med på. Ved kalkulering av tilbygg og nybygg er det i tillegg benyttet Norsk prisbok.

2.4 Klimaregnskap

Gruppen hadde et ønske om å utarbeide to klimaregnskap som ville vise utslipp knyttet til de to alternativene for NKIM, herunder rive og bygge nytt og rehabilitering. Grunnet manglende ressurser hos HENT ble det ikke prioritert å bruke mye tid på dette. Likevel ble det satt opp et enkelt regnskap av den bevarte bygningsmassen via One Click LCA. One Click LCA er et godkjent analyseverktøy som benyttes av flere aktører i bransjen i dag. Analysemetoden baserer seg på NS 3720 - Metode for klimagassberegninger for bygninger, som gir en beregning av utslipp fra «vugge til grav».

2.5 Analyse

Analysekapittelet i denne oppgaven er en videreføring av teorikapittelet. Informasjonen som blir presentert i teorikapittelet brukes videre i en tilstandsanalyse av NKIM. Analysedelen er delt opp i utfordringer og utbedringer, herunder utfordringene til NKIM i dag og forslag til hvordan de kan løses. Utfordringene er avdekket ved gjennomført befaring på museet og opplysninger som er gitt via «Mulighetsstudie» som er etablert av MIST. Til forslag for utbedringer er det benyttet preaksepterte løsninger fra blant annet Byggforsk.

2.6 Skisseprosjekt

I tillegg til litteraturstudiet vil det bli presentert ett skisseprosjekt som vedlegg til denne oppgaven. Dette er basert på tilgjengelig bakgrunnsinformasjon og en mulighetsstudie om NKIM. Skisseprosjektet er ment som inspirasjon for utvikling av museet i fremtiden. Skisseprosjektet inneholder et forslag til utvikling av NKIM slik det står i dag, herunder vil det presenteres ny romplan med arealer, tilbygg, arkitektonisk konsept med materialvalg og forslag til konstruksjonsprinsipp.

Ved utvikling av skisseprosjektet er det benyttet Powerpoint som programvare.

2.7 Archicad

Archicad er et komplett BIM- verktøy der man kan produsere avanserte 3D modeller og produsere tegninger i 3D og 2D. Det inkluderer tilpassede norske maler, Norsk Standard og bibliotek verktøy for utplassering av interiør og eksteriør.

Dette programmet er i denne oppgaven benyttet til å produsere 2D tegninger og 3D tegninger i forbindelse med skisseprosjektet.

3 Teori

3.1 Rehabilitering

Rehabilitering er et begrep som er benyttet innen flere fagfelt. Innenfor bygningsvern menes det en istandsettelse av eldre byggverk til opprinnelig standard (Byggforsk 600.004, 2017).

Rehabiliteringen innebærer ofte en oppgradering, reparasjon og utskifting av elementer som ikke lenger oppfyller krav til funksjon og ytelse. Gjennomføringen kan innebære endring i planløsningen, men dersom hensikten med utbedringen ikke er å best mulig ta vare på byggets antikvariske verdi, skal ikke ordet rehabilitering benyttes (Haug, 2015).

Rehabilitering er ofte et tiltak som iverksettes for å øke standarden til en bygning. Arbeidet inkluderer utskifting av bygningsdeler og komponenter for at bygningen skal kunne tilpasses nåtidsformålet eller rette på forsømt vedlikehold. (600.004 Byggforsk, 2017) I denne oppgaven er det fokusert på totalrehabilitering som aktuelt tiltak.

3.1.1 Eksisterende bygningsmasse

Under kategorien eksisterende bygningsmasse går alt av bygg som står i dag. Det antas at 80 % av denne bygningsmassen vil stå i 2050 (Kommunal- og regionaldepartementet, 2012). Det er derfor av stor betydning hvordan eksisterende bygninger forvaltes. Oppgradering av denne bygningsmassen kan gi betydelige reduksjoner i klimagassutslipp fremfor å rive og bygge nytt (Haug, 2015). Gjenbruk av konstruksjonen som ofte består av stål og betong sparer miljøet for betydelige mengder avfall fra riving og hindrer utslipp fra ny produksjon.

Å ta vare på eksisterende bygningsmasse er også i et samfunnsperspektiv viktig. I tillegg til at vi ønsker en bærekraftig bransje, er fortetning i storbyer og eldre byggs kulturverdi noe av årsakene til at man ønsker å rette fokus mot ivaretagelse og rehabilitering av bygg. For at eksisterende bebyggelse skal holde en moderne stand og at bruksverdien skal opprettholdes, er det nødvendig at det gjøres visse fornyelser.

Fornyelsene av den eksisterende bygningsmassen blir ofte gjort i ulike etapper ut ifra levetiden til de enkelte bygningsdelene. For å definere de ulike levetidene deler man ofte eksisterende bygningsmasse inn i flere sjikt. (Multiconsult, 2010)

- Hovedkonstruksjon
- Tekniske installasjoner
- Kledning
- Innredning

Disse bygningsdelene endres med ulik hastighet ut ifra levetiden til hver av delene.

3.1.1.1 Levetid

Levetiden til et bygg defineres som den tiden det tar før bygget ikke lenger tilfredsstillende minimumskrav. Brukstiden er den totale levetid for bygget inntil riving eller større ombygging skjer. Levetid relateres til funksjonalitet, dvs. om bygget eller bygningsdelen oppfyller krav til ønsket funksjon (Multiconsult, 2010).

Det skilles mellom flere ulike levetider. Herunder teknisk-, funksjonell-, økonomisk- og estetisk levetid.

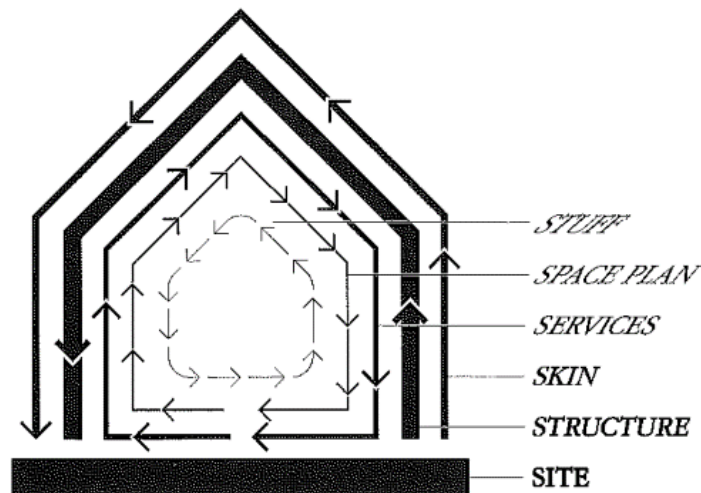
Teknisk levetid er den tiden det tar å slite ut en teknisk installasjon. Det er flere faktorer som påvirker den tekniske levetiden. Materialkvalitet, design, utførelse, eksponeringsmiljø, bruksbelastning og vedlikehold er noen (Multiconsult, 2010).

Funksjonell levetid er den tiden til en bygningsdel ikke lenger tilfredsstillende opprinnelige krav/funksjon, eller som følge av endrede brukerkrav, til tross for at den fortsatt fungerer rent teknisk. På grunn av økende krav til bygninger gjennom strengere myndighetskrav eller økte krav fra bruker er ikke levetiden til et bygg eller bygningsdel nødvendigvis den tekniske levetiden. Funksjonell levetid kan for eksempel inntreffe for enkelte bygningsdeler ved en eventuell bruksendring. Dette kan innebære skiftning av leietakere eller en omorganisering av bygget, der det er behov for en ny planløsning som krever utskiftning av enkelte bygningsdeler. Erfaringer viser at funksjonell levetid ofte inntreffer før teknisk levetid er nådd (Multiconsult, 2010).

Estetisk levetid er den tiden frem til bygget ikke lenger er estetisk tilfredsstillende. Dette er ofte bestemt av trender i tiden og vil gjerne utbedres med relativt enkle grep, slik som endring av fasade, maling, tapet, gulvbelegg eller endring av interiør (Multiconsult, 2010).

Økonomisk levetid sier noe om den optimale tiden før utskiftning er nødvendig. Forutsatt at estetiske årsaker ikke initierer utskiftningen, kan økonomisk levetid sies å være nådd når «totaløkonomien ved å beholde og vedlikeholde en bygningsdel er mindre gunstig enn totaløkonomien ved å skifte den ut med en tilsvarende bygningsdel» (Multiconsult, 2010). Man kan hensynta den optimale økonomiske levetiden ved å velge riktige materialer og vedlikeholdsmetoder.

Når man skal bestemme levetiden til et bygg er det viktig å benytte seg av den reelle levetiden. Den reelle levetiden er den levetiden som er aktuell for det byggverket og vil variere ut ifra de materialer og løsninger som er valgt i tillegg til bruksområdet. Den kan være teknisk-, funksjonell-, estetisk- eller økonomisk levetid. (Multiconsult, 2010)



Figur 1: Shearing layers of change. Because of the different rates of changes of its components, a building is always tearing itself apart (Skjermdump fra How buildings learn, Brand, S..(1995))

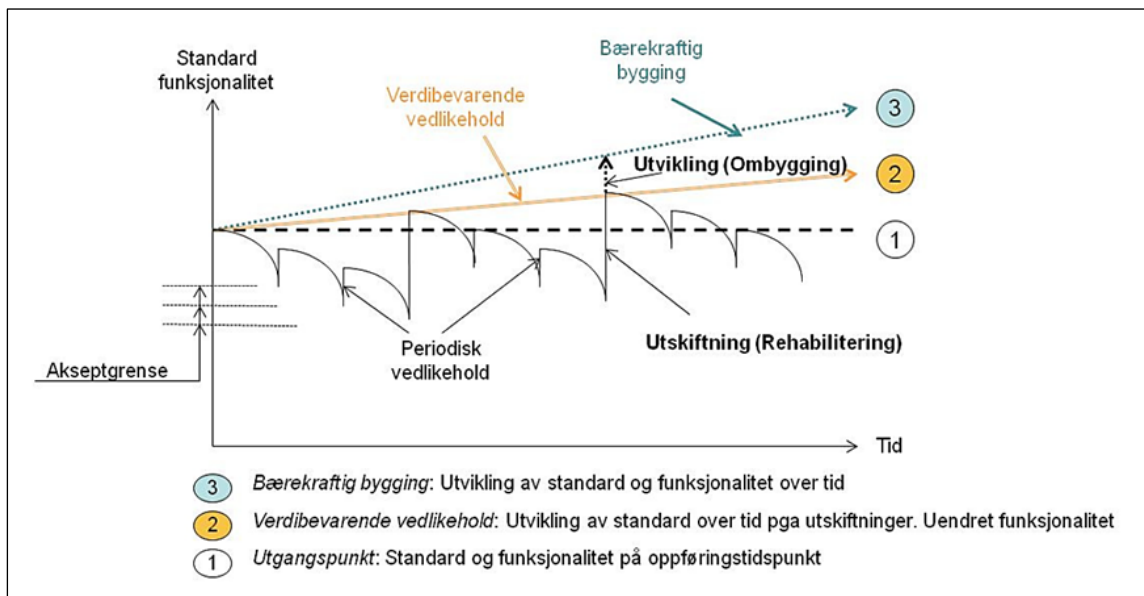
Levetiden til de ulike bygningsdelene er forskjellige. For hovedkonstruksjonen kan levetiden anses å ligge på om lag 100 år, mens planløsningen ofte endres hvert 15-20 år. For de tekniske installasjonene er det ofte nødvendig med en utskiftning etter 10-15 år og interiør endres ofte i intervaller på 5-10 år. (ISO, 2017)

Ofte i eksisterende bygg henger flere sjikt sammen og er bygget som en helhet. Eldre bebyggelse er ofte prosjektert uten en tanke om generalitet, fleksibilitet og elastisitet. Dette innebærer at den beste løsningen ofte kan være å «strippe» bygget slik at man åpner for teknisk ombygging. Dette kan gi mulighet for å sette opp en ny plan både med tanke på levetid- og vedlikeholdsplanlegging.

Gode vedlikeholdsrutiner og planer vil være avgjørende for levetiden til bygget og behovet for rehabilitering mindre. Byggets kvalitet og funksjon vil alltid synke med tiden, og da ønsket er å minimere riving og nybygg i den grad vi kan, er det nødvendig å forebygge gjennom periodiske intervaller for vedlikehold. Når vedlikeholdet ikke lenger gjør at bygget tilfredsstillende de krav som stilles til det, vil det være nødvendig med rehabilitering eller nybygg. For å etablere en vedlikeholdsplan for eksisterende bygg er det vanlig å ta utgangspunkt i en etablert tilstandsanalyse av bygget. Av tilstandsanalysen kan man kartlegge behov for vedlikehold og utbedringstiltak med kostnader og forslag til tidspunkt for utførelse (600.004 Byggforsk, 2017)

For at en bygning skal fungere i henhold til sin funksjon, må brukere av bygget ha dokumentasjon og nødvendig informasjon om materialer, installasjoner og inventar i bygget. TEK17 setter krav til at det ved ferdigattest skal foreligge tilstrekkelig dokumentasjon for byggverkets og produktenes egenskaper som grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold av bygget, FDVU-dokumentasjon.

Under begrepet vedlikehold ligger modernisering, oppussing, renovering, reparasjon, restaurering og utbedring, men ofte også med elementer av utvikling. Oppgradering og rehabilitering medfører som regel utskifting til dagens standard og er et verdibevarende vedlikehold. Bærekraftig bygging handler om å optimalisere levetiden gjennom utvikling over tid. Figuren under skal illustrere et utsnitt av en bygnings livssyklus, med periodisk vedlikehold/ enkle utskiftninger, og når det er nødvendig med rehabilitering etter hvert som kvalitet synker og kravene til bygget øker (Byggordboka, 2017).



Figur 2: FDVU-modell, vedlikeholds påvirkning på intervaller for rehabilitering, (Multiconsult, 2010)

3.1.2 Typiske tiltak/ årsaker

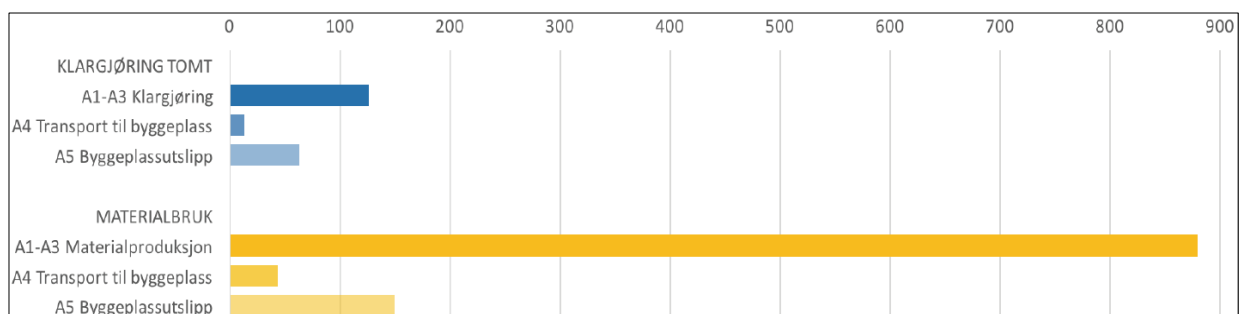
En bygnings levetid er som nevnt bestemt ut fra de forskjellige komponentene i en bygning. Levetiden påvirkes i stor grad ut ifra hvor mye ressurser man legger i bygget. Det vil gjennom hele byggets levetid være behov for vedlikehold og mindre utbedringer før en eventuell rehabilitering vil finne sted. Mislighold ved mangelfullt vedlikehold er en av årsakene til mye av rehabiliteringsbehovet i dag. Tidligere var det også i mye mindre grad fokus på tilpasningsdyktighet under prosjektering av bygg. Ved stor grad manglende fleksibilitet i bygget vil en eventuell bruksendring kunne bli vanskelig å gjennomføre uten at en ombygging iverksettes.

Mye av det som er nevnt har fokus i feil og mangler ved prosjektering, bygging og drift. Et byggs komponenter vil uavhengig av utførelse på et visst tidspunkt bli utdatert, i tillegg til at man stadig finner nye teknologiske og mer energieffektive løsninger. Krav og rammer har gjennom tidene blitt endret og løsningene på eldre bebyggelse tar ikke hensyn til dagens klima. På eldre bebyggelse er typiske rehabiliteringsgrunnlag fukt, skader fra uheldige hendelser, skader på konstruksjon, bruksendring og et ønske om å redusere energibehovet til bygget.

3.2 Rehabilitering og klima

Eksisterende bebyggelse som ble bygget i tidsrommet 1950-1980 blir ofte ansett som miljøverstinger på grunn av lite energieffektive konstruksjoner. Dette brukes ofte som argument for å rive eldre bebyggelse og erstatte dem med nye, mer energieffektive bygg som et godt klimatiltak. Det som ofte ikke tas i sammenheng her er at byggematerialer er et stort bidrag til klimagassutslipp i byggenæringen (Futurebuilt, 2019). Det anbefales derfor å prioritere gjenvinning av materialer med stor materialbelastning. Typiske materialer under denne kategorien er ofte de benyttet i konstruksjonen, slik som betong, stål og aluminium (Futurebuilt, 2019).

Hvis man skal klare å oppnå 40 % utslippsreduksjon i bygg- og anleggsbransjen må vi se på hvordan vi kan begrense forbruket, samtidig som utslippet til produksjonen må reduseres. Industrien er godt i gang med å finne alternative løsninger for hvordan man kan redusere utslippene knyttet til produksjonen. Eksempler på dette er hvordan betongindustrien ser på alternative tilsetninger til sement og løsninger for karbonfangst. Stål- og aluminiumsindustrien forsøker å øke tilgangen til resirkulert materiale til produksjonen, samtidig som de fokuserer på å bruke høyere kvalitet som gir materialene lengre levetid (Futurebuilt, 2019).



Figur 3: Fordeling av klimagassutslipp ved «ferdig bygg» viser at materialproduksjon er den store «synderen»- og har dermed størst potensiale for gevinst. Også byggeplassutslipp og klargjøring av tomt har vesentlig utslippsnivå. Bilde hentet fra futurebuilt, SSB

Blant disse byggematerialene er betong verstingen. Produksjonen her står alene for 5 % av CO₂-utslippet i verden (TU bygg, 2016). Dette kommer ikke av at betong har størst utslipp per m³ som er produsert, men at det er det materialet som definitivt er mest benyttet (Nakstad, Engebakken, 2019). Det er her vi kan se på hvordan rehabilitering kan være med å minske dette utslippet. Ved å beholde grunnkonstruksjoner og fundamenter i den grad det er mulig, kan man få ned det totale utslippet betraktelig. «*Den mest klimavennlige kvadratmeteren er den som ikke er bygget*» (Asplan Viak, 2017).

3.2.1 Utslippsanalyse fra SINTEF

SINTEF har nylig gjennomført et forskningsprosjekt der forsker, Marianne Kjendseth Wiik har gjennomgått livsløpsanalyser på over 120 ambisiøse byggeprosjekter. Prosjektene i undersøkelsen er gjennomført de siste ti årene, der 14 av dem er rehabiliteringsprosjekter, herunder alt fra boliger til større offentlige bygg slik som skoler og idrettsanlegg. Alle prosjektene som ble vurdert var forbildeprosjekter med høye miljøambisjoner der det var satt i gang flere forskjellige tiltak for å redusere klimautslipp fra byggematerialer. Målet med undersøkelsen var å finne ut i hvilken grad disse tiltakene har hatt ønsket effekt, for å finne ut av dette ble prosjektene sammenlignet med referanseverdier, det vil si beregnede utslipp fra prosjekter bygget etter kravene i lovverket. Referanseprosjektene gjennomsnittlige klimautslipp ligger på 6,3 kgCO₂e/m²/år, mens nybyggene i undersøkelsen lå på rundt 4,9 kgCO₂e/m²/år, noe som betyr at de iverksatte tiltakene har greid å redusere klimagassutslippene med ca 22%. Enda større er reduksjonen i utslipp ved rehabiliteringsprosjektene. På grunn av gjenbruk av grunn og fundamenter, samt bærekonstruksjoner som ofte består av betong og stål med høye utslipp er det store muligheter for utslippsreduksjon. Her var gjennomsnittet 2,3 kgCO₂e/m²/år, noe som gir en reduksjon på 64% utslipp. Forsker, Wiik konkluderer med at «*Fordi man i stor grad gjenbruker de materialene som representerer høye utslipp, er det gunstigst for klimaet å rehabilitere fremfor å bygge nytt*» (Wiik, SINTEF, 2020).

3.3 Bærekraft

Bærekraft er et begrep som blir benyttet i flere sammenhenger, ofte i tilknytning til natur- og miljøspørsmål. Ordet har sin opprinnelse fra det latinske ordet «sustenerere», som betyr å støtte opp under eller opprettholde (Tofte, 2010). Knyttet til økologisk sammenheng ble begrepet først benyttet som en måte å økonomisere eller forvalte naturressurser på (FN, 2020).

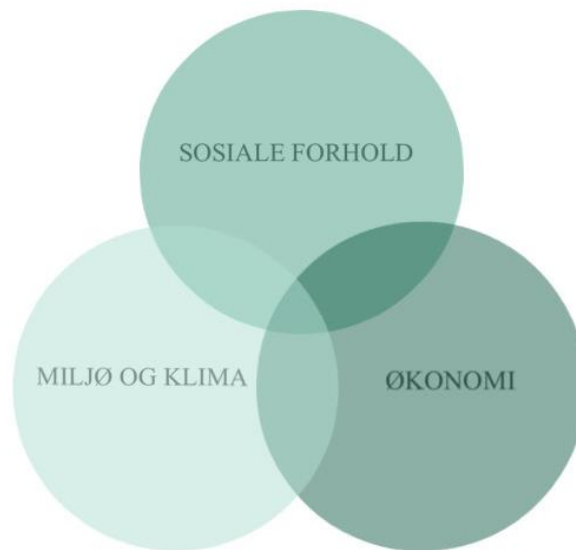
I dag defineres bærekraftbegrepet utover miljøaspektet og man ser på det som en «føre var» holdning. Man vet ikke hva naturens tålegrenser er i dag, men verden er stadig er på randen av å tippe over den. Det er derfor nødvendig å legge inn sikkerhetsmarginer for vitenskapelig usikkerhet som skal sørge for at naturen overlates, i minst like god stand som den ble mottatt fra forrige generasjon (FN, 2020).

3.3.1 Bærekraftig utvikling

Uttrykket bærekraft knyttes som regel sammen med bærekraftig utvikling som er et globalt begrep, basert på solidaritet med kommende generasjoner. Med begrenset mengde ressurser på en felles klode er det en felles interesse av å ta vare på den (FN, 2020).

Begrepet ble først lagt fram i Brundtland-kommisjonen, (verdenskommisjonen for miljø og utvikling) i 1983, der Gro Harlem Brundtland var leder. Fra FNs verdenskommisjon for miljø og utviklingsrapport «*Vår felles framtid*» ble begrepet bærekraftig utvikling definert som «*Utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov*» (SNL, 2020)

I rapporten ble flere nye tema satt på dagsorden. Slik som hvordan overforbruket til de rike landene i vesten, og fattigdommen og befolkningsveksten i utviklingslandene påvirket miljøproblemene man sto ovenfor. Samtidig ble det lagt en plan om hvilke områder som skulle settes fokus på i fremtiden. Rettferdig fordeling av ressurser, global fattigdom og globale miljøproblemer er blant disse problemområdene, og det legges vekt på at for å kunne løse disse problemene må det gjøres i fellesskap. I bunn og grunn er hovedgrunnlaget i rapporten at man må finne måter der man kan «*produsere mer av mindre*». (FN bærekraftmål, 2020)



Figur 4: Bærekraftig utviklings tre dimensjoner (egenprodusert)

Bærekraftig utvikling deles gjerne inn i tre dimensjoner, sosiale forhold, miljø og klima og økonomi. Da de nye klimamålene ble vedtatt i 2015, var det med en ny forståelse om at disse i større grad var avhengige av hverandre enn man først trodde. Det må etableres løsninger som balanserer belastningen på miljøet med forbruket og økonomien vår, og finne bedre måter å fordele ressursene på (FN, 2020).

Bygningssektoren er svært viktig i dagens samfunn, både sosialt, økonomisk og miljømessig. Samtidig som den bidrar til mange sosiale og økonomiske fordeler, står den for store deler av klimagassutslippene i verden. I §6 i Lov om offentlige anskaffelser kreves det at man i alle offentlige byggeprosjekter skal beregne livssyklus kostnader og miljømessige konsekvenser skal begrenses til et minimum. Dette er helt avgjørende for å oppnå en bærekraftig utvikling i byggebransjen. Ved å se på levetiden til bygningsdelene som benyttes og sette søkelys på gjenbruk av materialer der det er mulig, har man mulighet til å begrense mye av utslippene.

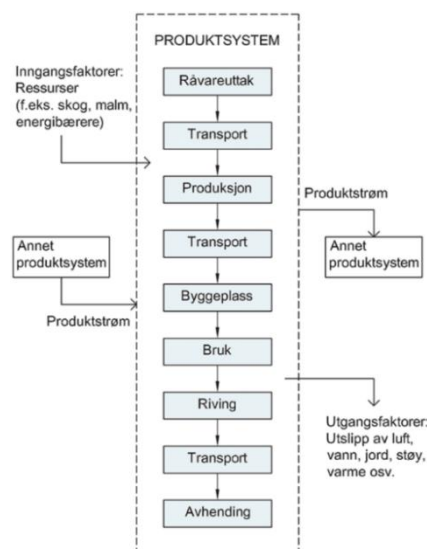
3.3.2 Bærekraftige tiltak ved rehabilitering

Byggeprosessen består av mange ulike deler og underprosesser. Under hver av disse prosessene er det bærekraftige tiltak som kan benyttes. Disse tiltakene vil være med å styrke prosjektet, både med tanke på økonomi, miljø og samfunn. Noen av tiltakene går direkte på gjennomføringen av de enkelte oppgavene, mens andre tiltak kan være eksempler på gjennomførbare måter å tilføre bærekraftige kvaliteter til bygget. Ved å prosjektere og planlegge med å innføre bærekraftige tiltak under byggeprosessen, kan man oppnå en rekke

positive resultater for prosjektet (Thue, 2014). Man bidrar til å begrense byggets bruk av ikke-fornybare ressurser i fremtiden, i tillegg kan man skåne natur, spare inn på økonomiske kostnader både på kort og lang sikt og bidra til et bedre miljø. Hovedfokuset her er basert på mulighetene ved det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum og er derfor delt inn i følgende tiltaksgrupper: prosjekterende tiltak, bygningsmessige tiltak, tekniske tiltak, støtteordninger og drift.

3.3.2.1 Prosjekterende tiltak

LCA – Livsløpsanalyse – Dette er en analyse som evaluerer de miljømessige konsekvensene til et produkt, system eller aktivitet fra «vugge til grav». I «vugge til grav» prinsippet inkluderer hele livssyklusen til produktet eller aktiviteten, fra uttak av råmaterialer, produksjon, distribusjon, bruk, gjenbruk, vedlikehold og resirkulering – til endelig kassering. Dette går ut på at man ikke ser på produktet alene, men i et system som inkluderer alle



Figur 5: Fastsetting av produktsystemer for byggevarer. Stiplede linjer angir systemgrensen. (Byggforsk, 2014)

prosesser. Formålet med disse analysene er at brukerne eller i denne sammenhengen, byggherrer skal kunne ta en velbegrunnet avgjørelse av hvilken løsning som totalt sett gir minst mulig miljøbelastning sammenlignet med andre (snl.no LCA, 2018).

En livsløpsanalyse er et nyttig verktøy for store byggeprosjekter og det blir mer og mer vanlig at større aktører benytter seg av disse. Dette har mye med at flere oppdragsgivere og brukere stiller høyere miljøkrav enn tidligere. Dagens TEK 17 setter ikke krav til helhetlig livsløpsvurdering. En komplett livsløpsvurdering kan være svært tidkrevende og forskriften skal kun stille minstekrav til bygg. Asplan Viak ble engasjert av DIBK til å utrede om det kan settes slike krav i TEK. De foreslår en trinnvis innføring av krav til klimagassberegninger i

TEK, men peker på viktigheten av at disse kravene blir enkle nok til at de er gjennomførbare, men grundige og omfattende nok til at de vil gi god miljøgevinst (Asplan Viak, 2018).

EPD – Environmental product declaration – En miljødeklarasjon er et kortfattet dokument som oppsummerer miljøprofilen til en komponent, et ferdig produkt eller en tjeneste på en standardisert og objektiv måte (EPD Norge, 2020). Miljødeklarasjoner brukes til å dokumentere produkters miljøegenskaper. I dag utvikles det relaterte merkeordninger som gir livssyklusbasert og helhetlig informasjon om et produkts miljøpåvirkning. Hensikten er at kunden skal kunne sammenligne miljøprofil og foreta en vurdering og et valg basert på miljødeklarasjon. Ved å dokumentere miljøegenskapene til de forskjellige materialene som inngår i bygningen og ha fokus på at materialenes fotavtrykk er så lite som mulig, vil også bygningen kunne oppnå en høyere karakter i Europas ledende miljøsertifiseringsverktøy for bygninger, BREEAM (EPD Norge, 2020).

Antall materialer og produkter som det er opprettet EPD på er i sterk vekst, og i dag finnes det over 5000 tilgjengelige EPD-er. De fleste av produktene som er registrert er de som blir benyttet i forbindelse med nybygging og til nå er det ikke utviklet løsninger som er tilpasset eldre bygningstyper og materialer. For å nå mål om å redusere energiforbruket også i bruksfasen av en bygning, kreves det et større fokus på materialenes miljøpåvirkning fra produksjon, byggefase, vedlikehold og drift, utskiftning og slutfase. Med nødvendigheten av å dempe globale klimaendringer settes det flere krav til beregninger av utslipp knyttet til byggeprosjekter. For å gjennomføre nøyaktige livsløpsanalyser etter kravene som er satt vil nødvendigheten av å få på plass flere EPD-er bli større. Dette vil muligens bidra til en økende interesse for å benytte seg av EDP, og for bedrifter og brukere å registrere materialer (SINTEF, 2018).

Sirkulær økonomi – Sirkulær økonomi er motsatsen til en lineær økonomi, som er basert på utvinning, produksjon og bruk, og forbrenning og deponering av avfall. I en sirkulær økonomi må produktene vare så lenge som mulig, repareres, oppgraderes og brukes om igjen. Når produktene ikke kan brukes om igjen i sin opprinnelige form skal avfallet kunne materialgjenvinnes og brukes som råvarer i ny produksjon. For å kunne anvende en sirkulær økonomi må forbrukerne gjøres i stand til å ta miljøriktige valg. Digitalisering, bruk av tjenester og delingsøkonomi er sentralt her. I byggebransjen, hvor store deler av utslippene er knyttet til materialer, herunder hovedsakelig produksjon og deponering av avfall vil ideen om sirkulær økonomi være svært aktuell (Asplan Viak, 2018). Ved at man setter krav til

materialets kvalitet og gjenvinnbarhet vil man oppnå en lengre levetid på bygget og redusere CO2-utslipp knyttet til prosjektet. Ved å heve interessen rundt utvikling av EPDer og sette krav til gjennomføring av livsløpsanalyser vil dette også kunne være med på å gjøre det enklere for forbrukere og byggherrer å anvende en sirkulær økonomi på arbeidsplassen.

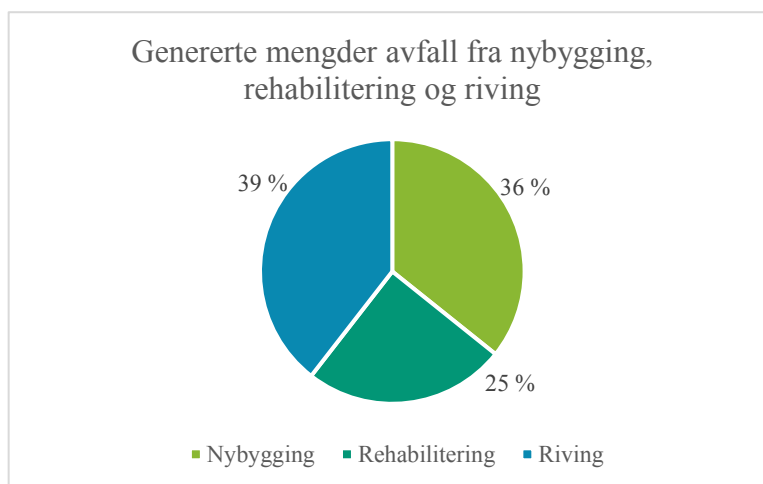
3.3.2.2 *Bygningsmessige tiltak*

Materialforbruk, gjenbruk og avfallshåndtering – Som nevnt tidligere er store deler av utslippene knyttet til produksjon av materialer og deponering av avfall. Per i dag er bygg- og eiendomssektoren den største forbrukeren av materialressurser i Norge (Regjeringen, 2012). Hvordan de forskjellige materialene påvirker miljøet er avhengig av flere faktorer. Materialets opprinnelse, produksjon, reisevei, sammensetning og levetid er de faktorene man ser på som de mest avgjørende for om et materiale er bærekraftig eller ikke. Alle disse bør sees i sammenheng, om man skal finne det mest bærekraftige produktet for det aktuelle prosjektet.

Materialenes reisevei defineres som transporten fra opprinnelsesstedet til byggeplass og anses som et kriterium ved beregning av hvor bærekraftig materialet er (Grønn byggallianse, 2019). Ved å benytte seg av kortreiste/ lokale materialer har man muligheten til å minske utslipp og kostnader knyttet til transport.

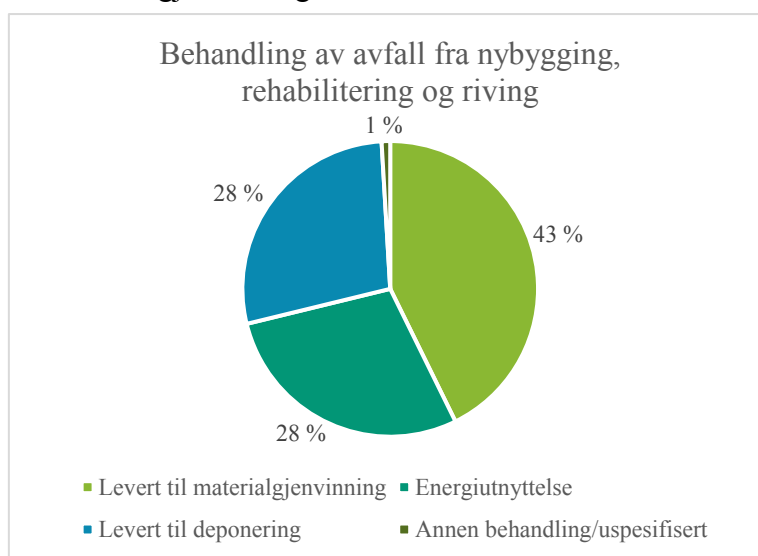
Bruken av nye materialer øker, selv om det i eksisterende bygningsmasse finnes store mengder brukbare byggematerialer. Ved rehabilitering kan man enklere vurdere de eksisterende materialene og vurdere om det er mulighet for gjenbruk. Der det er mulig og aktuelt med gjenbruk tas det miljømessige hensyn, materialkostnader senkes, samtidig som man begrenser avfallsmengden på byggeplass.

Byggesektoren generer i dag mye avfall. Mesteparten av avfallet er forholdsvis rene materialer som kan brukes om igjen uten spesielle miljøhensyn. Av avfallet er 40% tegl og betong, 14% tre og 13% er asfalt (SSB, 2018).



Figur 7: Genererte mengde avfall fra nybygging, rehabilitering og riving (Data fra SSB, 2018, Egenprodusert figur)

Av figuren over kan man se at av alt avfall knyttet til byggeprosjekt kommer mesteparten fra riving og etablering av nybygg. Kun 25 % av avfallet kommer fra rehabilitering, noe som indikerer at det skapes mindre avfall ved rehabiliteringsprosjekter. Av dette avfallet blir kun ca. 40 % benyttet til materialgjenvinning.



Figur 6: Behandling av avfall fra nybygging, rehabilitering og riving. (Data fra SSB, 2018, egenprodusert figur)

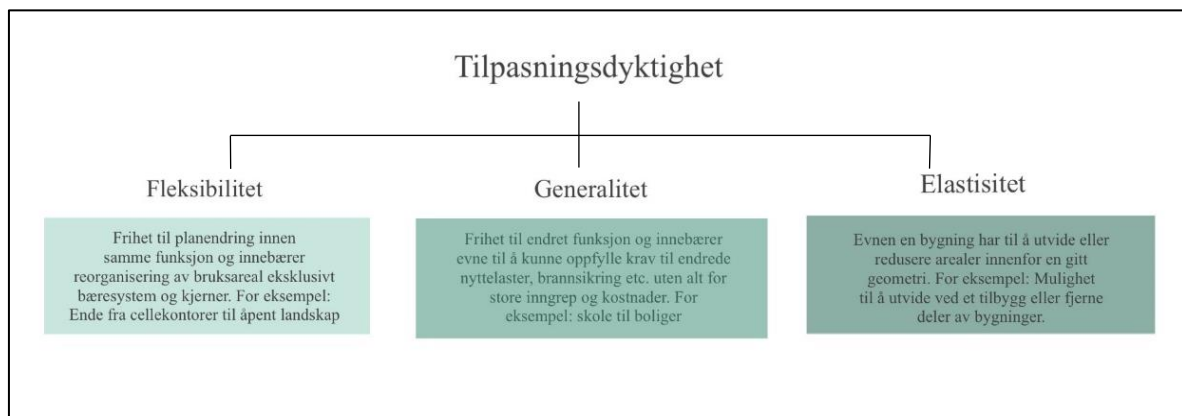
Vi ser at store deler av avfallet kommer fra tegl og betong. Dette er materialer som ofte benyttes i bærekonstruksjonen til en bygning og påvirkes dermed i mindre grad av ytre forhold. Hvis det her er mulig å beholde konstruksjonen ved rehabilitering, kan avfallsmengden og dermed utslippsmengden til både avfallshåndtering og produksjon av nye materialer senkes. I dag står betongproduksjonen for rundt 5 % av CO₂-utslippet i verden, noe som gir bransjen et stort potensial til å minimere utslipp på verdensbasis (Grønn byggallianse, 2015)

Utnyttelse av dagslys – Utforming av fasader og plassering av vinduer innvirker på dagslystilgangen, og har mye å si for energibruken i et bygg. Fasaden er bygningens klimaskall og vinduer er gjerne den bygningsdelen med lavest U-verdi. Samtidig vil solinnstrålingen gi både lys og varme til bygningen. Dagslyset reduserer behovet for kunstig lys, og dette kan det også være god økonomi i å utnytte. Her er det viktig å finne krysningpunktet hvor man får tilfredsstillende dagslysforhold, som ikke går på bekostning av energibruken. Den mest effektive måten å få inn dagslys på er ved hjelp av overlys. Overlys minimerer ofte direkte solinnstråling, noe som i sommerhalvåret kan bidra til økt behov for kjøling, samtidig vil det gi en jevnere fordeling av lyset. For å begrense behovet for kjøling kan det være nødvendig å installere solskjerming på de aktuelle fasadene (Enova, 2020)

3.3.2.3 Tekniske tiltak

Tilpasningsdyktighet – Bygningens evne og egenskaper til å møte tidvis ulike funksjonsbehov og krav til fysiske løsninger, vil kunne sikre en enklere oppgradering og bruksendring av bygningen (Nakstad og Engebakken). Hvis dette tas hensyn til under bygging og rehabilitering, her spesielt ved oppgradering av tekniske installasjoner, vil det senere bli enklere å kunne prioritere rehabilitering. Da er det allerede lagt til rette for at bygningen skal kunne tilpasse seg endringer og ny bruk.

Når man snakker om tilpasningsdyktighet i bygg, er dette gjerne et produkt av faktorene generalitet, fleksibilitet og elastisitet.



Figur 8: Tilpasningsdyktighet, Egenprodusert, inspirert av (Nakstad, Engebakken, 2019)

Tilpasningsdyktighet er helt avgjørende for at en bygning skal kunne fylle nye krav og behov i markedet. og manglende tilpasningsdyktighet vil gjøre at bygningen på lang sikt ikke er bærekraftig. Behovet for tilpasningsdyktighet vil variere med formålet til bygningen. I

kulturbygninger kan behovet for tilpasningsdyktighet være mindre, for sannsynligheten for en eventuell bruksendring er mindre, som følge om at virksomheten er statisk.

Energieffektiviserende tiltak – Med dette menes tiltak som iverksettes for å øke energieffektiviteten til bygget. Dette kan være tiltak slik som utbedring av klimaskallet og oppgradering av tekniske installasjoner. Klimaskallet kan oppgraderes på flere måter. Dette kan være ved å skifte ut dører og vinduer med lav U-verdi, og ved å etterisolere bygningsskallet. TEK 17 angir minimumskrav til tykkelsen på isolasjon i en bygning. I følge Enova vil etterisolering redusere varmetap og energibruk, bidra til et bedre inn klima og forbedre energimerket på bygningen. Oppgradering av tekniske installasjoner vil også bidra til mindre energibruk. Eksempler på tiltak kan her være utskiftning til LED-belysning, behovsstyrt ventilasjonsanlegg, varmepumper, fjernvarme og utvendig solskjerming.

3.3.2.4 Støtte knyttet til rehabilitering/ energieffektivisering

Ved rehabilitering er det ofte snakk om usikkerheten knyttet til kostnadene i prosjektet. For noen løsninger og tiltak er det mulig å få støtte fra staten og ulike organisasjoner. Dette gjelder hovedsakelig ved bevaring av verneverdige kulturminner eller tiltak som gir lavere energiforbruk.

Kulturminnefondet – Kulturminnefondet er et lavterskeltilbud og en tilskuddsordning for private eiere av verneverdige kulturminner og kulturmiljøer. Ordningen er opprettet for å stimulere til økt verneinnsats fra eiere og næringsliv. Ordningen gir støtte til prosjekter hvor det er samspill mellom offentlige og private aktører, og bidrar til å sikre at et mangfold av kulturminner og kulturmiljøer bevares og aktiviseres som grunnlag for opplevelse, kunnskap, utvikling og verdiskaping. (Norsk Kulturminnefond, 2020)

Enova – For større prosjekter gir Enova økonomisk støtte til bedrifter som ønsker å utrede mulighetene for bruk av innovative energi-, effekt- og klimaløsninger. De har ikke noen støtteordning som er direkte knyttet til rehabilitering. Men om man argumenterer for at prosjektet tar et ekstra steg i en bærekraftig retning, og er åpen for å benytte nye teknologier og løsninger, er det mulig å søke støtte til rehabiliteringsprosjekter. Ordningen kan gi inntil en million kroner i støtte, herunder maksimalt 50% av totalkostnadene i prosjektet. Enova har også tilskuddsordninger for privatpersoner som ønsker å energieffektivisere boligene sine ved å oppgradere klimaskallet, eller installere nye tekniske løsninger som solceller, varmepumper, solfangere osv. (Enova, 2020)

Grønn byggallianse og Norsk eiendom presenterer i «Et veikart mot klimamålene i 2050» to forslag til økonomiske støtteordninger som kan innføres for å fremme bærekraft i rehabilitering (Grønn byggallianse, 2015).

- «Videreutvikle Enova-støtte til ambisiøse forbildeprosjekter og eksisterende bygningsmasse, med krav om måloppnåelse i reell drift. «
- «Innføre Enova-støtte til energiledelse i bygg.»

Begge disse tiltakene kan være med å fremme rehabilitering fremfor nybygg.

3.3.2.5 Vedlikehold

Levetiden til en bygning og dets komponenter er avhengig av planlagte intervaller for vedlikehold. Hvis ikke vedlikehold gjennomføres vil levetidene kortes vesentlig ned. Intervallene for vedlikehold varierer ofte med forutsetningene til den gitte bygningen. Faktorer som spiller inn her er blant annet, hvorvidt bygningen er utsatt for store miljø- og klimapåkjenninger, har høy alder eller lav kvalitet på materialer, prosjektering eller arbeidsutførelse og bruksområde. (Multiconsult, 2010)

Vedlikeholdsplanleggingen er en viktig prosess for å sikre bygningsmassens verdi over tid, samtidig som det er med på å påvirke kostnadene knyttet til brukstiden til bygningen.

Prosesen består av:

- Utvikle en vedlikeholds strategi
- Lage en vedlikeholdsplan
- Utføre vedlikeholdet

Planen vil være et viktig verktøy for å få oversikt over det reelle behovet for tiltak underveis i bygningens brukstid, både på kort og lang sikt. Ved at tilstrekkelige midler og tid avsettes minskes sannsynligheten for forsømt vedlikehold, som ofte er en av hovedgrunnene til rehabiliteringsbehovet.

3.4 Krav og rammer ved rehabilitering

Byggebransjen har både forskrifter, lover og reguleringer som er avgjørende for gjennomføringen av byggeprosjekteter. Plan- og bygningsloven er det sentrale regelverket i forhold til planlegging og byggesaksbehandling, med sine forskrifter og arealplaner. TEK 17 er forskriften om tekniske krav til byggverk, som setter grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kun oppføres lovlig i Norge (Nakstad, Engebakken, 2019). I tillegg yter veilederen en del preaksepterte løsninger og standarder. SAK 10 er en byggesaksforskrift som er en utfylling av Plan- og bygningslovens regler om byggesaksbehandling.

3.4.1 Plan- og bygningsloven

Plan- og bygningsloven, heretter kalt pbl, bestemmer hvordan landets arealer skal brukes og reguleres, noe som er viktig for at arealene utnyttes på en effektiv måte (Lovdata, 2019). Loven gjelder alle typer aktiviteter og tiltak i hele landet, knyttet til fast eiendom. Med tiltak mener loven «*oppføring, riving, endring, herunder fasadeendringer, endret bruk og andre tiltak knyttet til bygninger, konstruksjoner og anlegg, samt terrenginngrep og opprettelse og endring av eiendom*». Loven inneholder en plandel og en byggesaksdel. Plandelen forteller hvordan de ulike planene skal utformes og følges, mens byggesaksdelen sier noe om hvilke tiltak som er søknadspliktig og hvordan byggesaker skal behandles. Loven inneholder også regler om ansvarsfordeling under byggesaker.

Loven regulerer krav til tiltak på eksisterende byggverk. I henhold til § 31-2 første ledd skal «*tiltak på eksisterende byggverk prosjekteres og utføres i samsvar med bestemmelser gitt i eller i medhold av loven*». Dette innebærer at de de krav og rammer satt til nybygg også gjelder for rehabiliteringstiltak (DIBK, 2015). Forarbeidene til loven angir at kravene gjelder så langt de er «relevante», i TEK 17 § 14-1 sies det at «*kommunen kan gi unntak fra de tekniske kravene på visse vilkår, jf. pbl § 31-2. Dette gjelder ved bruksendring, nødvendig ombygging og rehabilitering. Det kan for eksempel være tilfeller der kravene er urimelige, sett i forhold til effekten tiltakene vil gi.*» Dette innebærer at det må være en logisk sammenheng mellom krav og tiltak for at kravene skal komme til anvendelse. Om de gitte kravene i TEK 17 er relevante vil derfor avhenge av flere forhold og vil variere fra tiltak til tiltak. Her er det rom for skjønn. Tiltakshaver er ansvarlig for å sette opp hvilke krav som gjelder for det aktuelle tiltaket.

3.4.2 SAK 10

SAK 10, byggesaksforskriften er en utfylling av plan- og bygningslovens regler om byggesaksbehandling, kvalitetssikring, tilsyn, godkjenning av foretak med ansvarsrett og reaksjoner der reglene ikke er fulgt. Ved rehabilitering vil man måtte forholde seg til mye av den samme prosessen som ved nybygg. Ofte skal det søkes om bruksendring, fasadeendring, tilbygg osv. Da gjelder SAK 10.

3.4.3 TEK 17

Byggteknisk forskrift (TEK 17) er forskrift til tekniske krav til byggverk, som hever grensen for det minimum av egenskaper et byggverk må ha for å kunne oppføres lovlig i Norge. Forskriften gir funksjonskrav som i noen tilfeller er fortolket og gitt som ytelseskrav (DIBK), hovedpunktene det stilles krav til er:

- Sikkerhet mot naturpåkjenning
- Uteareal og plassering av byggverk
- Ytre miljø
- Konstruksjonssikkerhet
- Sikkerhet ved brann
- Planløsning og bygningsdeler
- Miljø og helse
- Energi
- Installasjoner og anlegg

Ved tiltak på eksisterende byggverk vil de mest sentrale områdene være:

- Sikkerhet ved brann
- Planløsning og bygningsdeler
- Miljø og helse
- Energieffektivitet
- Installasjoner

Som nevnt i kapittelet ovenfor vil det variere fra tiltak til tiltak hvorvidt kravene gitt i forskriften er relevante for det aktuelle prosjektet, og om det kan utføres skjønnsmessige unntak fra forskriften. Dette kan man tolke det slik at kravene begrenses til å gjelde den aktuelle bygningsdelen eller funksjonen tiltaket omfatter. Ved overgangen til TEK 17 ble kravene til U-verdier og energieffektivitet endret, slik at man kan oppnå kravet til samlet energieffektivitet uten at hver enkelt bygningsdel tilfredsstiller U-verdikravet. Ved

rehabilitering er det ikke alltid like enkelt å forbedre eksisterende bygningsdeler for å tilfredsstillende krav, da det ikke er fysisk plass til de tilpasningene utbedringen krever.

I § 4-1 Dokumentasjon for driftsfasen, står det at ansvarlig prosjekterende og utførende innenfor sitt ansvarsområde, skal fremlegge den nødvendige dokumentasjonen for den som skal utføre sitt oppdrag. Denne dokumentasjonen skal sikre forvaltning, drift og vedlikehold av byggverk, tekniske installasjoner og anlegg skal utføres på en tilfredsstillende måte. Et godt grunnlag av FDVU-dokumentasjon gir utgangspunktet for en god vedlikeholdsplan og vil minimere mislighold og forfall på bygninger. Hvis bygget er godt ivaretatt vil også dette ha stor påvirkning på om det er mulig å rehabilitere bygget fremfor å rive og bygge nytt.

3.5 utfordringer

Det er flere utfordringer knyttet opp mot rehabilitering av bygg framfor nybygg i dag, både samfunnsmessige- og bransjemessige utfordringer. I eksisterende bebyggelse er de fysiske rammene for bygget allerede satt og man må finne løsninger som er tilpasset disse. Disse løsningene blir begrenset av byggets tekniske tilstand, bygningshistorie og eventuelle vernestatus. En forutsetning for å lykkes med rehabiliteringsprosjekter må baseres på kunnskap om markedet kombinert med innsikt i byggetekniske muligheter. Det blir her ekstra nødvendig å gjøre grundige undersøkelser av forutsetningene som foreligger, ta tidlig kontakt med de som sitter på informasjon om bygget og finne riktig personell med erfaren kompetanse på hele prosjektet.

Mye av utfordringene rundt rehabiliteringsprosjekter er ofte tids- og kostnadsdrivende. Eldre tegninger som ikke stemmer overens med virkeligheten, romløsninger som er vanskelig å endre på, nye tekniske installasjoner som krever store arealer og uforutsette byggetekniske utfordringer som fuktskader, råte, eller hussopp i konstruksjonsdeler er utfordringer som vil gjøre byggeprosessen vanskeligere (Nakstad, Engebakken, 2019). I tillegg til at tid er penger, vil hver av disse utfordringene utgjøre betydelige kostnadsposter for bygningseier. Spesielt om problemene er utforutsette og kommer underveis i prosjektet. Slike problemstillinger er ofte grunnen til at flere velger å rive og bygge nytt, fremfor å rehabilitere eksisterende bygningsmasse.

Økonomi er et sentralt begrep når det er snakk om et hvert byggeprosjekt. Det er en faktor som påvirker alle fasene av byggeprosessen, og som påvirker om resultatet er positivt eller negativt. Hovedkostnadene i et prosjekt er normalt prosjekterings- og byggekostnader. Disse kostnadene er gjerne presentert i et kostnadsbudsjett for prosjektet, hvor det er kalkulert en

totalpris. Kostnadene som overgår budsjettet knyttes ofte til endringskostnader. I et vanlig prosjekt som omhandler nybygg, er feilene som oppstår gjerne knyttet til kommunikasjon, prosjektering (herunder kostnader, ledelse og underlag), administrative rutiner og prosjekteringskontroll (COWI, 2008). I slike prosjekter er det viktig å prøve å avdekke feilene så tidlig som mulig, slik at man har mest mulig tid til å gjøre endringer. Endringene og utbedringene vil da gi minst mulig ekstra kostnader i prosjektet. I et rehabiliteringsprosjekt vil slike feil og mangler ofte avdekkes underveis i prosjektet og det kan være vanskelig å forutse og planlegge tidsrammen og kostnadene. Dette gjør at det er knyttet større risiko og usikkerhet til rehabilitering.

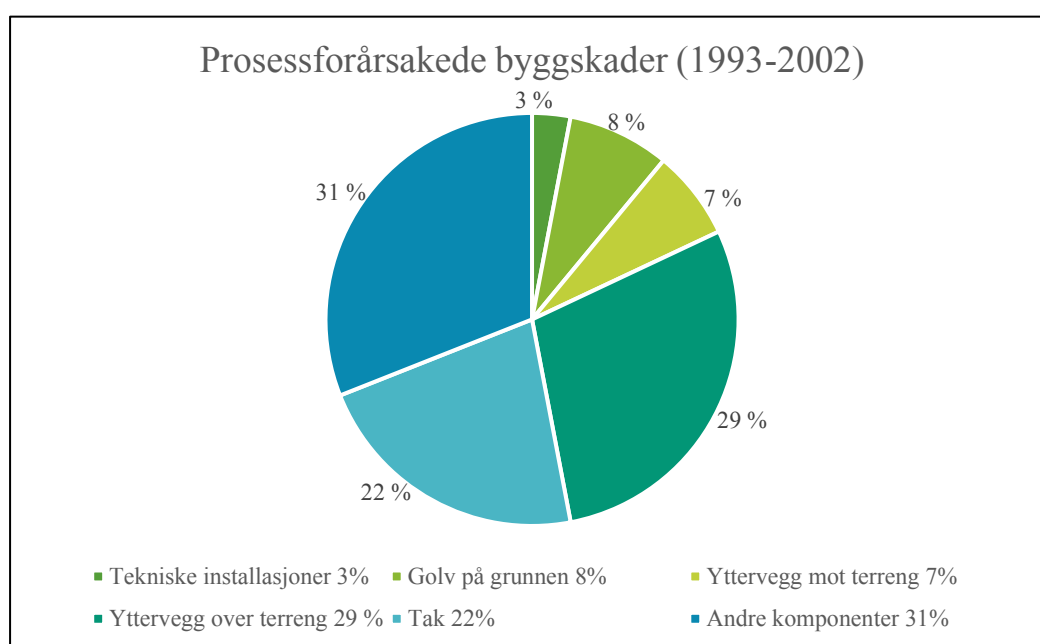
Slik loven er i dag stilles det like krav til rehabilitering som ved nybygg i TEK 17, men loven gjelder for tiltak der kravene er relevante. Dette innebærer at man kan selv tolke hvorvidt kravet er gjeldende for det aktuelle tiltaket. Årsaken til at forskriften er såpass uklar, kan ligge i at det i enkelte tilfeller vil være vanskelig å innfri kravene med tanke på energi, inneklima og brann. Manglende og uklare forskrifter for utføring av rehabiliteringsarbeid, sammen med dårlig vedlikeholdsplaner fører til hyppigere behov for rehabilitering.

Flere peker på nødvendigheten av å endre regelverket slik at det er mer egnet for eksisterende bygninger. En løsning som har vært oppe til diskusjon er utvikling av en rehab-TEK. Dette ble foreslått av Kommunal- og moderniseringsdepartementet i 2012, men er lagt på is. En Rehab-TEK kan være med å forenkle rehabiliteringsarbeidet ved at det gis funksjonskrav og preaksepterte løsninger som er tilpasset ulike bygningstyper. Det pekes likevel på utfordringene ved utvikling av en slik forskrift, da hvert prosjekt og hvert tiltak er ulike og det vil være behov for litt «slingring».

3.6 Bygningsdeler og tilknyttede problemområder

I dette delkapittelet vil de ulike bygningsdelene presenteres og forklares. I tillegg vil det legges frem typiske problemområder som fører til et rehabiliteringsbehov. Hver bygningsdel er utsatt for ulike utfordringer og krever egne, tilpassede løsninger.

I byggeskadearkivet kommer det frem at 66% av alle prosessforårsakede byggskader opptrer i bygningens klimaskjerm. Klimaskjermen består av tak, terrasser, yttervegg over terreng, konstruksjoner mot terreng. Det som forårsaker skader i konstruksjonen er i all hovedsak fukt, men noen av skadene er også grunnet prosjekteringsfeil eller dårlig vedlikehold (Byggforsk 700.110, 2010).



Figur 9: Fordelingsoversikt, byggskader (Byggforsk 700.110, 2010, egenprodusert)

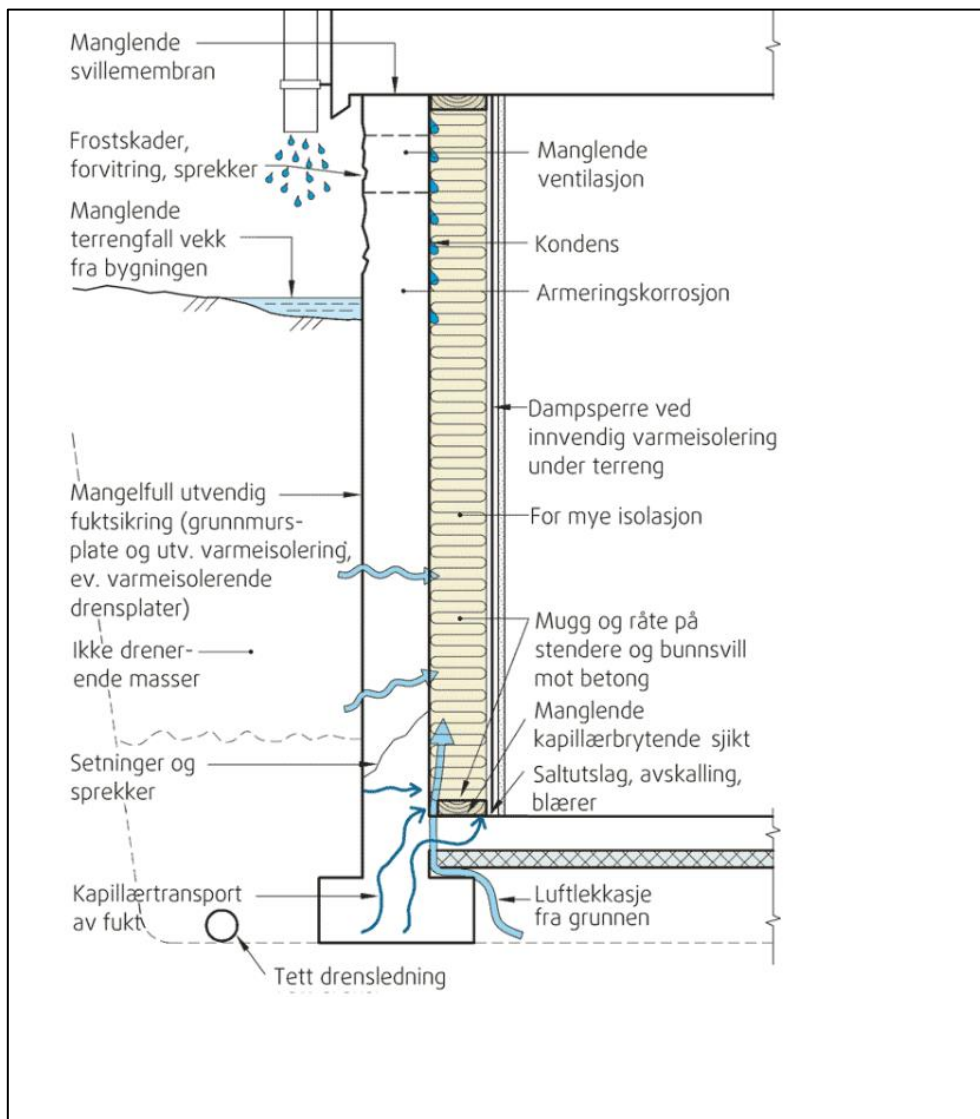
3.6.1 Fundament

Fundament er den delen av bygget som overfører vekten av bygget og andre belastninger som bygget utsettes for, ned i grunnen. Fundamentet må derfor utformes slik at det får tilstrekkelig bæreevne uten at det oppstår for store setninger i bygget og undergrunnen. Type fundamentering avgjøres ut fra tomt og grunnforhold, og deles henholdsvis opp i golv direkte på grunnen, kjeller/underetasje i skrånet terreng, full kjeller, ringmur med kryprom og åpen fundamentering (Byggforsk 521.011, 2005)

Konsekvensen ved et svekket fundament avhenger noe av fundamenteringsmetode, men problematikk knyttet til fukt går igjen. Fukt trenger inn i konstruksjonen og leder til en rekke problemer som kondens, armeringskorrosjon, mugg/råte, frostskaider, forvitring og

sprekkdannelse. Disse konsekvensene vil ha en effekt på konstruksjonens innemiljø, levetid og bæreevne. I tillegg finnes det en del setningskader på eldre bygningsmasse. Disse skadene blir synlige i form av skjevheter, riss og sprekkdannelse i fundamentet (Byggforsk700.110, 2010).

Fuktskader oppstår av flere grunner. Byggtekniske forskrifter er stadig i endring, og utvikler seg med utgangspunkt i takt med den teknologien som er tilgjengelig for næringen. Dette gjør at eldre bygningsmasse i noen tilfeller vil være underdimensjonert i forhold til dagens standard. En annen årsak til skader på fundamentet kan være at fortetting rundt eksisterende byggverk har ødelagt dreneringen eller påført bygget nye setningskader grunnet geotekniske forhold. Klimaet har de siste 100 årene forandret seg og man står nå ovenfor utfordringer med økt nedbør, sur nedbør og overvannsproblematikk i storbyene som fører til større belastning på konstruksjonen.



Figur 10: Viser vanlige skader og feil på yttervegg mot terreng (Skjermdump, Byggforsk, 700.110, 2010).

Ved rehabilitering av fundament vil første steg være å kartlegge årsakene til skadene. Deretter utbedrer, planlegger og gjennomfører man tiltak for å rehabilitere. Slike tiltak er ofte fuktsikring, ventilering, overflatebehandling, stabilisering, drenering og overvannshåndtering. Ved kritiske tilfeller der fundamentet er så skadet at det ikke kan reddes, kan man utføre en refundamentering. Dette er et tiltak som er svært kostbart på grunn av omfanget av prosessen, og er derfor ikke noe man benytter seg av med mindre det ikke finnes andre løsninger (Byggforsk 721.112, 2006).

3.6.2 Gulv

Under betegnelsen gulv kommer både etasjeskiller og gulv på grunn. Etasjeskiller er en bygningsdel som skiller etasjene fra hverandre. Om disse er utført i betong går de ofte under betegnelsen dekke, er de utført i tre kalles det bjelkelag (SNL, 2019) Etasjeskilleren er en del av hovedkonstruksjonen til en bygning, og er derfor en av delene man ved rehabilitering gjør minst inngrep ved. Utskiftning av disse kan føre til ubalanse og skjevheter i konstruksjonen på grunn av setningene bygget allerede er påført.

Etasjeskiller vil i et omfattende rehabiliteringsprosjekt gjennomgå tiltak som oppretting av skjevheter, lydisolering, brannsikring, forbedre stivhet i etasjeskiller og eventuelle estetiske tiltak (Byggforsk 700.601, 1996).

Problemområder i gulv på grunn er ofte knyttet til fukt som følge av manglende drenering. I situasjoner med utilfredsstillende drenerende sjikt under gulvet, vil det oppstå kapillærsug fra grunnen opp i gulvkonstruksjonen. Rehabilitering av gulv på grunn går ut på å etablere fuktsikring som drenering og drensleding. Videre må det undersøkes om drenering er tilfredsstillende som tiltak, eller om det har oppstått skader som gjør at gulvet må rives eller rehabiliteres ytterligere (Byggforsk 514.221, 2020).

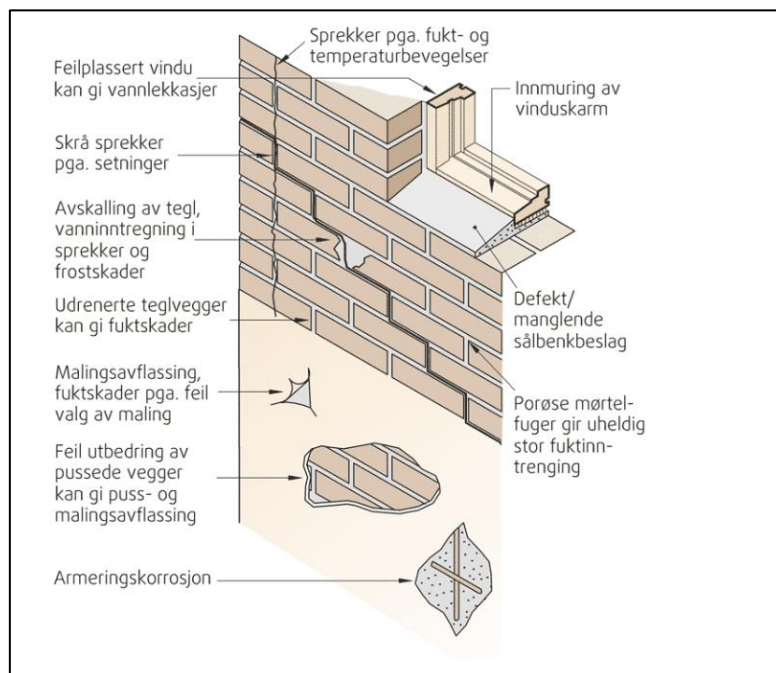
3.6.3 Yttervegg

En yttervegg er en essensiell del av klimaskillet til en bygning. Den må ha tilstrekkelig varmeisolasjon og motstå påkjenninger fra uteklimaet. Yttervegger kan være bygget opp av betong, bindingsverk av tre, teglstein, lettklinker, sandwichelementer mm (Byggforsk 523.002, 2008).

Omtrent 2/3 av prosessforårsakede byggeskader gjelder vegg av betong og vegg av bindingsverk av tre. Resterende tredjedel er diverse ytterveggkonstruksjoner som blir brukt i mindre grad enn de to overnevnte (Byggforsk 700.110, 2010).

Hovedårsaken til skader i yttervegg er også i dette tilfellet fukt. For lette yttervegger vil veggkledning uten lufting og drenering, lekkasje rundt vindu, avslutning av veggkledning for nært terreng, utett sperresjikt og punktert fuktspærre være vanlige skader. For yttervegger i mur og betong vil feilplassering av vindu, sprekker/riss grunnet setninger, porøse mørtelfuger, innmurte vinduskarmer, sprekke dannelse grunnet fukt og temperaturbevegelse og armeringskorrosjon være vanlige skader og feil (Byggforskblad 723.312, 2014).

Ved rehabilitering av yttervegg er det spesielt viktig å lokalisere årsaken til skaden, slik at riktige tiltak blir iverksatt. Deretter kan man utbedre de direkte skadene på konstruksjonen. Vanlige tiltak er utbedring av riss, sprekker, mørtelfuger, skadet stein, rengjøring og beslag på mur/betong/tegl vegger. Mens på bindingsverk av tre vil man utbedre i forhold til uttett sperresjikt, lufting av veggkledning, fuktspærre, nye beslag og utskifting av skadet veggkledning (Byggforskblad 723.511, 2004).



Figur 11: Vanlige skader og feil i yttervegger av mur og betong (Skjermdump, Byggforsk 700.110, 2010).

Ved større rehabiliteringsprosjekter er ofte ett av hovedformålene å utbedre energieffektiviteten til konstruksjonen. Yttervegg er en bygningskomponent som har svært mye å si i den sammenheng. Etterisolering av ytterveggen vil være et tiltak som ofte blir gjennomført. I betong-, mur- og teglvegger vil det ikke anbefales å etterisolere innvendig da dette kan føre til fuktdannelse i veggens ytre del (Byggforskblad 723.314, 2014). Det er derfor anbefalt å velge utvendig isolering der det er mulig. Da vil enklere kuldebroer elimineres og faren for fuktskader og frostsprengning bli redusert. Det finnes likevel

situasjoner der innvendig etterisolering er det eneste alternativet, for eksempel ved antikvarisk verdi på fasade/bygning. Her må man sikre at forutsetningen for innvendig etterisolering er til stede. Disse forutsetningen er blant annet å kontrollere fukt og temperaturforholdene i ytre del av veggen, for så å beregne kondenspunkt. Deretter må man kartlegge fasadens frostbestandighet, samt eventuelt innmurt treverk. Viser kartlegging at innvendig etterisolering lar seg gjøre, vil fremgangsmåte være å fjerne alt av organisk materiale på innsiden av veggen, før man fester bindingsverk av stål/tre til eksisterende vegg, og isolerer med inntil 100mm isolasjon (Byggforsk 723.312, 2014).

Fasader med tegl kan i spesielle tilfeller vurderes å impregneres på utside av teglfasaden med et vannavisende og diffusjonsåpent påstrykningsmiddel for å redusere vannopptaket ved kraftig slagregn (Byggforsk 723.314, 2014).

3.6.4 Vinduer

Vindu er lysåpningen i husets yttervegg og man ser på det som en selvstendig konstruksjon. Denne konstruksjonen er den svakeste delen av ytterveggen med tanke på varmetap, tetthet og lysgjennomgang. Vinduer har en overordnet levetid på mellom 20-40 år avhengig av type og kvalitet, men ofte fungerer de utover dette også (Byggforsk 723.638, 2018).

Ved rehabilitering vil man ta stilling til om man skal utbedre eller skifte ut eksisterende vinduer. I TEK-17 står det at man ved utbedring av eksisterende vinduer ikke nødvendigvis trenger å oppfylle dagens krav, men «relevante krav». De «relevante krav» er krav som har en reell effekt på bygningens totale ytelse, samt brannkrav. U-verdikravet avhenger av bygningens øvrige energiytelse. Dette vil si at U-verdien til en bygningsdel kan være lavere enn kravet, om andre elementer i bygget er mer energieffektive. Det er altså den totale energieffektiviteten til bygget det settes krav til (Byggforsk 723.638, 2018).

Man kan utbedre vinduene ved å behandle råteskader, skifte glass, tetningslister, beslag mm. Hvis vinduene er i for dårlig forfatning eller kravene til rehabiliteringen krever bedre energieffektivitet, kan utskifting av alle vinduene være ett alternativ. Ved utskifting av vinduer må man reparere eventuelle skader i vindusutsparingen før innfesting av nye vinduer. Dette gjelder puss/ avretting av vindussmyg og reparere skader på fasaden rundt vinduene. Erfaring viser at gal montering av vindu er den mest vanlige feilen som gjøres ved rehabilitering, dermed er det viktig at montasje av nye vinduer skjer etter de prinsippene som er vist i byggforskserien. Ved etter montering av vinduer vil to-trinns tetting prinsippet gjennomføres (Byggforsk 723.638, 2018).

Valget mellom utskifting og utbedring av vinduer må ta hensyn til totalbildet til rehabiliteringen. I enkelte prosjekter er hovedfokuset å gjenbruke mest mulig av bygningsdelene, dette for å begrense utslipp knyttet til prosessen og for å spare inn på kostnader. Samtidig må vinduenes effektivitet og tilstand analyseres for å avdekke om utskifting eller utbedring vil lønne seg på lang sikt. Rehabilitering av vinduer kan være møysommelig arbeid som er svært tidkrevende. Vinduer kan også være en verdifull ressurs for gjenbruk på andre prosjekter.

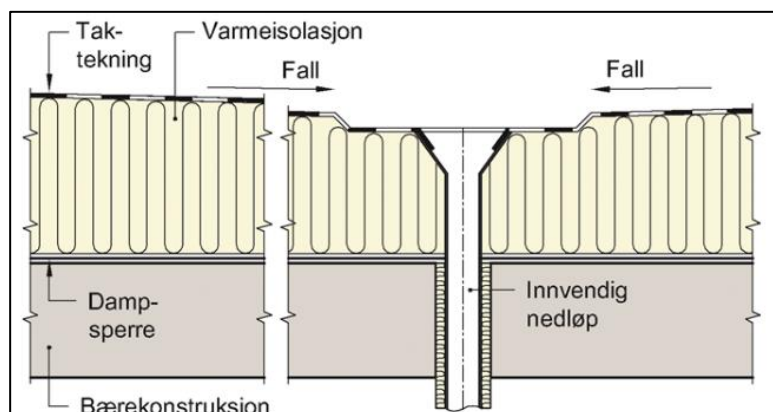
3.6.5 Tak

Tak er den øverste dekkende konstruksjonen i en bygning. Den beskytter underliggende rom og vegger mot nedbør og sol (Byggforsk 525.002, 2018). Tak deles inn i tre hovedtyper:

- Kompakt tak
- Tak med isolerte takflater og luftet tekning
- Tak med kalde loftsrom

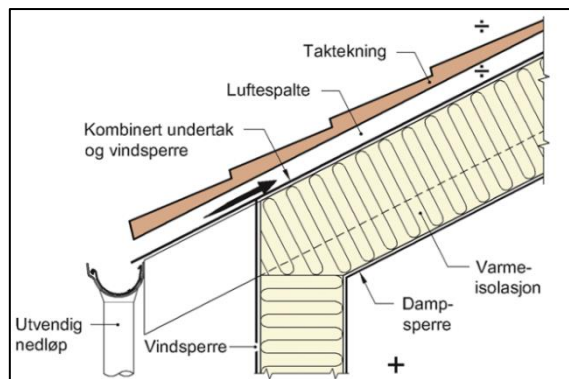
NKIM sitt tak er en kombinasjon av flatt kompakttak og tak med isolerte takflater og luftet tekning. Derfor vil tak med kalde loftsrom ikke nevnes videre.

Kompakte tak består av ett eller flere lag som ligger så tett sammen som praktisk mulig. Det er nødvendig med innvendig nedløp for bortføring av overvann. Mellom dampspærren og taktekkingen må man ha materiale som ikke er fuktømfintlig eller råtefarlige. Kompakte tak kan bygges som flate tak (helning $< 6^\circ$) eller skrå tak (helning $\geq 6^\circ$). Bærekonstruksjonene består hovedsakelig av plasstøpt betong, betongelementer, korrugerte stålplater, trebjelkelag eller elementer av massivtre (Byggforskblad 525.207, 2018).



Figur 12 Kompakt tak (Skjermdump, Byggforsk 525.207, 2018)

Tak med isolerte takflater og luftet tekning bygges som regel med isolasjon mellom takstoler, taksperrer eller takåser. Taktypen har et ventilert luftsjikt mellom varmeisolasjonene og tekningen, og må dermed ha utvendig nedløp. Luftsjiktet vil sørge for at takflaten forholder seg kald, i tillegg vil det fjerne eventuell fukt fra taket. Ved skråtak er det vanligst å benytte et kombinert undertak og vindsperre, med en helningsvinkel på taket mellom 10-15° (Byggforskblad 525.002, 2018).



Figur 13: Oppbygning av tak med isolert takflate og luftet tekning og utvendig nedløp (Skjermdump, Byggforsk 525.002, 2018).

Ved rehabilitering av tak er hovedregelen at man ikke skal bytte til bedre takteking enn det huset har hatt tidligere, men gjøre fornuftige utbedringer. Oppgraderinger av takkonstruksjonene gjennomføres ofte basert på funn av avvik i konstruksjonen. Kompakttak har gjerne skader i form av vannlekkasjer fra nedbør og tette nedløp, eller fukt grunnet kondens (Byggforskblad 725.118, 2012). Tak med isolerte takflater og luftet tekning har gjerne skader fra fukt på steder der taket er utsatt for mye slagregn eller snødrev, samt skader på takstein, papp eller annen tekning. Ved oppgradering kan man løse problemer lokalt med ny tekning rundt de utsatt områdene, eller utføre en total rehabilitering med etterisolering og ny tekning.

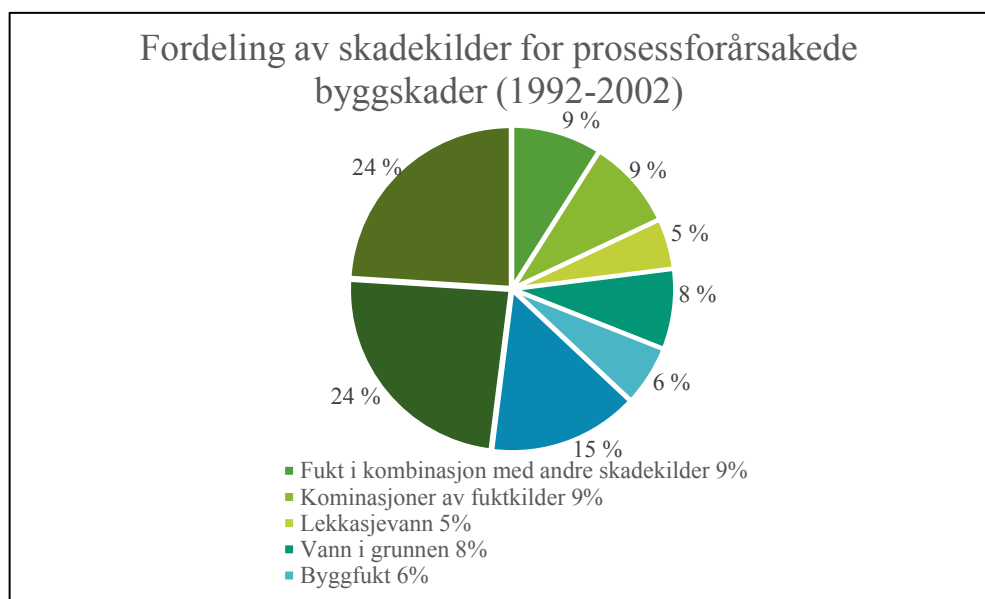


Figur 14: Vanlige skader og feil i isolerte skråtak og tak med kaldt loft (Skjermdump, Byggforsk, 700.110, 2010)

3.6.6 Problemområder og tiltak

3.6.6.1 Fukt i konstruksjon

Byggforsk har en anvisning som gir en oversikt over de vanligste prosessforårsakede byggskadene og hvor de oppstår (Byggforsk 700.110, 2010). I denne anvisningen kommer det frem at 76% av alle skader skyldes fuktpåvirkning i en eller annen form. Fukt i konstruksjonen er derfor et vanlig fenomen i eksisterende bygningskonstruksjoner. Disse fuktpåkjenningen skyldes som regel mangelfull overvannshåndtering, vann i grunnen og fuktig luft fra grunnen som trenger inn i konstruksjonen grunnet dårlige fuktsikringstiltak.



Figur 15: Fordelingsoversikt, fuktskader (Byggforsk 700.110, 2010, egenprodusert.)

Slike skader i konstruksjonen kan føre til utvikling av mugg, råte og forvitring som kan gi dårlig innelima, svekket konstruksjon og materielle skader (Byggforsk 700.110, 2010). En slik problematikk er så kritisk for bygningskroppen og de som oppholder seg der, og bør derfor utbedres så fort skaden er avdekket. Fuktskader oppstår ofte som en følge av et større problem, noe som gjør utbedringen til en kostbar og omfattende operasjon. Typiske tiltak er drenering, uttørking og etablering av nye fuktsikringstiltak (Byggforsk 514.221, 2020).

3.6.6.2 Drenering

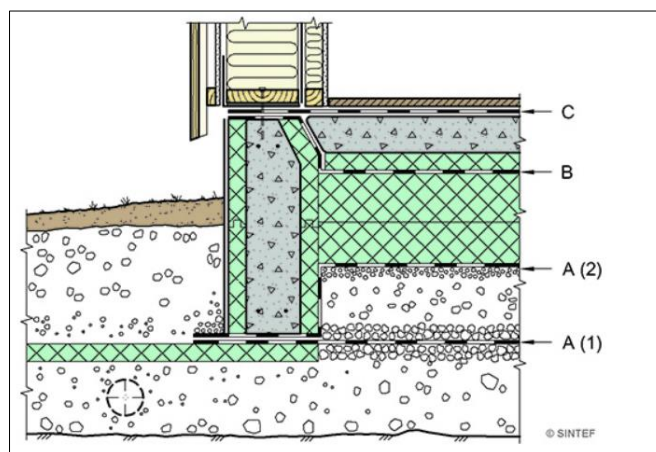
TEK17 krever at fukt fra grunnvann, overvann og nedbør ikke skal trenge inn i konstruksjonen og gi fuktskader eller andre hygieniske problemer. For konstruksjoner mot grunnen innebærer det at overflatevann må ledes bort fra bygningen samt at konstruksjonen kan motstå fuktpåkjenningen fra vann som finner veien ned i grunnen (Byggforsk 514.221, 2020)

Drenering av grunnen har til hensikt å senke grunnvannstanden til et nivå lavere enn kjellergulvet, samt lede bort overflatevann som trenger ned rundt bygningen. Dette gjøres ved å legge ned drenerende masser rundt hele bygningen, med tilbakefylling mot yttervegg under terreng. I tillegg etableres en drensledning i bunn av de drenerende massene der funksjonen er å lede bort grunnvann og eventuelt overflatevann fra bygget. dersom vannstanden i det drenerte sjiktet blir for høyt, vil denne drensledningen fungere som et nedoverløp. I tettbebygde strøk vil denne drensledningen være koblet på et overvannsrør som ligger i gateplan (Byggforsk 311.015, 2012).

Eldre bygningsmasse sliter ofte med store fuktproblemer i kjeller. En av årsakene til dette er at det kun er naturlig drenering rundt bygningskroppen. Ved økende fortetting i byer og asfalterte overflater vil prinsippet bak naturlig drenering opphøre. Dermed øker behovet for drenering som et tiltak som blir utført ved rehabilitering, spesielt om bygningsmassen sliter med fuktproblematikk.

3.6.6.3 Radon

Radon er en radioaktiv, luktfri gass. Ved høy konsentrasjon av denne gassen kan det øke faren for at man kan utvikle helsemessige skader. Norge, Sverige og Finland er blant de landene som har høyest radonkonsentrasjon i inneluft (Byggforsk 701.706, 2018). Dermed er



Figur 16: Alternative plasseringer av radonmembran i gulvkonstruksjon. Radonmembraner i bruksgruppe B og C kan erstatte fuktsperre i gulvet (Skjermdump, Byggforsk 520.706, 2018).

det krav i TEK 17 om tiltak mot radon. I bygninger med rom for varig opphold, skal årsmiddelverdien for radonkonsentrasjon i inneluften ikke overstige 200 bq/m³. Det skal iverksettes tiltak mot radon, ved radonsperre mot grunn og legge til rette for trykkreduserte tiltak i grunnen under bygging, såfremt det ikke kan dokumenteres at årsmiddelverdien ikke overstiger 200 bq/m³. (Byggforsk 701.706, 2018). Plassering av radonmembranen i konstruksjonen avgjør hvordan membranen belastes mekanisk og kjemisk. Belastningen er inndelt i bruksgruppe, A, B og C. Membranen kan plasseres i fyllmassene under gulvkonstruksjonen, rett under isolasjonene i gulvet, mellom isolasjonslagene eller over øverste betong -/isolasjonslag. Bruksgruppe C krever flere tetningsdetaljer enn de andre plasseringene, og dermed brukes det hovedsakelig ved rehabilitering eller bruksendring (Byggforsk 520.706, 2018).

4 Innovasjon – *Etablering av en gjenbruksportal for byggebransjen*

Innovasjonskapittelet skal ta for seg noe gruppen har møtt på underveis i prosessen. Kapittelet er fristilt fra resten av oppgaven, teori, funn og ideer blir presentert løpende i kapittelet.

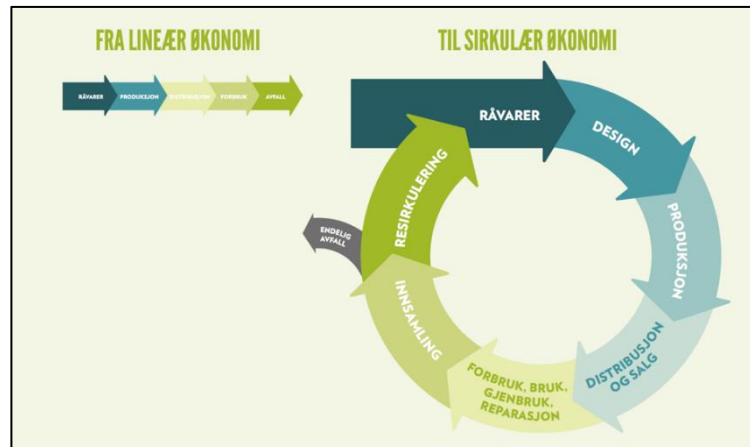
Markedsandelen for gjenbruk har de siste årene vokst enormt via portaler som finn.no, tise, og facebookgrupper for kjøp og salg. Konseptet er enkelt, en bruker benytter disse portalene til å selge/gi bort noe de ikke lenger har behov for. Basert på denne ideen, har dette kapittelet til hensikt å se dypere på en tilsvarende løsning for byggebransjen. Vil en slik løsning la seg gjennomføre og hvorfor eksistere den ikke allerede?

Oseyran er leder av IBMs satsning på sirkulærøkonomi (sitra.fi, 2020). I 2018 talte han på G7 møtet, der temaet var bærekraftig utvikling. IBM og Hardwareprodusentene har nemlig gjort store og viktige grep når det kommer til bransjens bærekraftige utvikling. Når du kjøper en ny PC i butikken, er den ikke nødvendigvis satt sammen kun av nye komponenter. Flere av komponentene er ofte gjenbrukt fra andre teknologiprodukter. Dette er så implementert i bransjen at forbrukere gjerne ikke vet at dette er tilfellet. Holdningen er at så lenge det virker er det ingen som bryr seg (tu.no, 2018). Det er nettopp disse holdningene til et gjenbrukskonsept byggebransjen trenger. Slik bransjen opererer i dag, lever bruk- og kastprinsippet i beste velgående.

IBMs modell går ut på å bruke moderen teknologi til å skape en digital sirkulærøkonomisk plattform. En plattform hvor alle materialer har et nummer, og hvor et sensorisk overvåkingssystem sørger for at man hele tiden har oversikt over mengder og beskaffenhet. Med dette systemet har man en oversikt over alle materialer som er i omløp, og det er dermed enklere å bygge praktiske løsninger for videre gjenbruk. Oseyran mener at ved å innføre ett slikt system, vil ingenting rives lenger, det skal demonteres for videre gjenbruk (tu.no, 2018).

Systemet kan ikke direkte oversettes til byggebransjen, men mange aspekter ved det kan bringes videre. For det første må arkitektene fokusere enda mer på gjenbruk, ved å etablere en egen gjenbrukskatalog, kan de fra prosjekteringsstadiet etablere det i prosjektet. Hvis ingeniørene og designeren på prosjekteringsstadiet prosjekterer bygningsdeler med utgangspunkt i at de kan tas fra hverandre, vil det bli enklere å gjenbruke bygningsdelene den dagen de blir utdatert. Byggherrer, eiendomsutviklere, stat og kommune må se på hele livsløpet til bygningene, da vil man se at det å investere rett fra starten av, er økonomisk lønnsomt på sikt (tu.no, 2018).

IBM Nederland har kommet med en prototype til bygg og anleggsbransjen. Ved å «plattformisere» byggebransjen, vil man kunne skape en markeds plass ved å bringe aktører sammen som skal selge/kjøre eller leie ut/ leie inn. Det vil bli en salgs «finn.no» for brukte materialer og råvarer, der ambisjonene er å hindre at materialer og råvarer ender på fyllingen (regnskapnorge.no, 2020).



Figur 17: Byggebransjen må gå fra lineærøkonomi til sirkulærøkonomi (skjermdump fra osloregionen.no, 2020)

Det er likevel en krevende prosess å få gjennomført dette. Noe av problemene ligger i at det ikke er noen markedsverdi for gjenbruk av materialer i bransjen i dag. Dette gjør det vanskelig å få aktører til å legge ned det arbeidet som må til for å skape en «plattformisering» av byggebransjen. I tillegg så kreves det at store deler bransjen begynner å bruke plattformen for at den skal fungere.

Konklusjonene blir dermed at det er mulig å etablere en gjenbruks Plattform for byggebransjen. Prototypen har kommet, men det er fortsatt en lang vei å gå før plattformen er oppe og går.

5 Resultat

Svært sentralt i denne oppgaven står rehabilitering. I lys av dette har gruppen utført en analyse på NKIM, der man forsøker å besvare spørsmålet om bygget kan rehabiliteres og om det bør rehabiliteres. Vurderingen er basert på følgende kriterier:

- Gjennomføringsevne
- Økonomi
- Bærekraft og miljø
- Tilpasningsdyktighet

Analysen tar for seg enkelte bygningsdeler som vurderes opp mot gitte kriterier, samt en økonomisk kalkyle og et klimaregnskap.

5.1 Analyse

5.1.1 Bygningsdeler

5.1.1.1 Fundament

Fundamentet til NKIM er gulv på grunn med yttervegg mot terreng, situasjonen her er i dag sterkt preget av fuktproblematikk. Under befaring og tilstandsvurderingen kommer det frem at fundamentet til NKIM har et konstant vanntrykk mot deler av kjellerveggen i tillegg til et kapillærsug fra grunnen. Dette skyldes hovedsakelig manglende drenering og fuktsikringstiltak ved oppføring av bygget i 1968. Vanntrykket har ført til betydelige fuktskader på gulv, kjellervegg og interiør, der konsekvensen er at hele kjelleren er stengt for utstilling og publikum.



Figur 18: Synlige fuktskader i kjellervegg. Befaring NKIM 31.01.2020



Figur 19: Konstant vanntrykk mot fundament. Synlig i teppeflis i kjeller. Befaring NKIM 31.01.2020

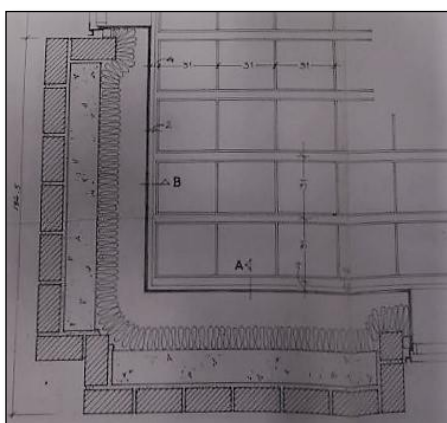
Fuktgjennomtrengningen er visuelt synlig på innsiden av ytterveggen og i gulvkonstruksjonen, noe som bekreftes ved fuktmålerinstrument. Det at fundament og kjellerrom i stor grad er preget av dette, kan også føre til større konsekvenser for bærekonstruksjonen over tid.

Fuktproblematikken i kjelleren er ikke alene et direkte argument for å rive og bygge nytt. Problemet er at det er konstant vanntrykk opp mot fundamentet. Hvis det ikke avdekkes mer alvorlige skader som har gitt svekkelser i bæresystemet, kan man eliminere problemet ved å drenere rundt bygget og tørke opp konstruksjonen.

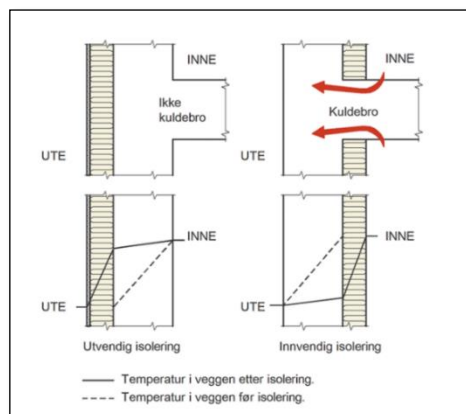
Ved å utbedre og tilføye elementer slik bygget står i dag i stedet for å rive, kan man forlenge levetiden til bygningsdelen og samtidig spare samfunnet for utslipp knyttet til sementproduksjon og avfallshåndtering. Økonomisk sett vil kostnaden for rehabilitering være mindre, tatt i betraktning at fundamentet er i en slik tilstand at det ikke er behov for refundamentering. Hvis det avdekkes at det er behov for refundamentering, vil det være nødvendig å gjennomføre en ny kalkulering for lønnsomheten av rehabiliteringen, da dette er et svært kostbart og tidkrevende tiltak (Byggforsk 721.112, 2006).

5.1.1.2 Yttervegg

NKIM har yttervegger av betong, med tegl som kledning, der 2 av 3 fasader består hovedsakelig av vindusareal. Etter tilstandsbefaringen ble det ikke oppdaget visuelle skader på ytterveggen, men av detaljtegninger fra byggeåret ser man at det er minimalt med isolasjon i yttervegg, noe som er typisk for denne tiden. Etter samtale med driftsleder på museet nevnes det at det er store kuldebruer rundt vindusarealene og at det er etablert varmekabler i vegg for at varmeenergitapet ikke skal bli for stort. Utover dette virker det som fasaden er i god stand med lite synlige skader og riss.



Figur 21: Viser snitt av ytterveggen til NKIM (Dora arkivet, 2020)

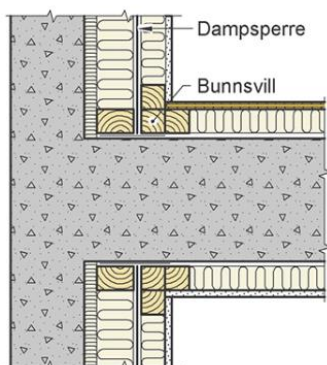


Figur 20: Effekter på temperaturvariasjoner av henholdsvis utvendig og innvendig etterisolering. (Skjermdump Byggforsk 723.312)

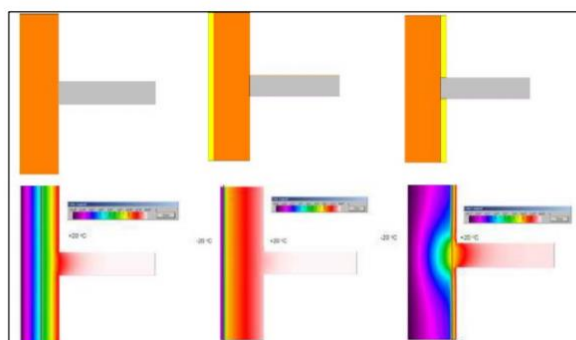
I utgangspunktet er en yttervegg i betong med teglfasade relativt vedlikeholdsfri og har god holdbarhet. Ved rehabilitering av en slik vegg er det viktig å kartlegge alle svakheter ved vegg, slik som kuldebroer, riss og sprekkdannelser. Tiltak for å rehabilitere fasaden vil dermed være rengjøring og impregnering for å bedre fuktbestandigheten. I tillegg anbefales det å bytte ut beslag og utbedre mørtelfuger der det er behov. Ved utbedring av mørtelfugene er det viktig at utbedringen gjennomføres med tilsvarende mørtelfug som eksisterende (Byggforsk 742.303, 2016).

Byggforskbladet 723.312 Etterisolering av betongvegger påpeker at man på generelt grunnlag bør velges utvendig etterisolering. Dette fordi utvendig etterisolering er fuktteknisk og energimessig den beste løsningen. Ved innvendig isolering synker temperaturen i den opprinnelige vegg, noe som fører til økt kondensfare og dårligere uttørking. Dette vil igjen øke faren for frostskafer, korrosjon og karbonisering. For NKIM er det ikke noe alternativ å etterisolere utvendig grunnet fasadens antikvariske verdi. Det er derfor kun innvendig isolering som er aktuelt her. Ved valg av innvendig isolering, må dette ikke gjennomføres uten at det er foretatt en fukt og temperatursjekk på den ytre del av vegg. Dette gjennomføres ved bruk av fukt-/temperatur måler på områder man vet er utsatte.

Innvendig etterisolering utfører man med påføring av isolasjon av mineralull eller trykkfaste isolasjonsplater. Mineralull er den isolasjonstypen som er mest brukt. Tykkelsen på isolasjonen bør ikke overskride 100mm. I tillegg anbefales det at alt organisk materiale fjernes og at det etableres en dampspærre i full vegghøyde som festes i topp og bunnsvill (Byggforsk 723.314, 2014).



Figur 23: Innvendig etterisolering. Løsning er aktuell der utvendig etterisolering ikke er aktuell (Skjermdump Byggforsk 723.312, 2014)



Figur 22: Temperaturfordeling i teglvegg for uisolert (a), utvendig etterisolert (b) og innvendig etterisolert (c). Kilde: Blumberga et al. (2013)

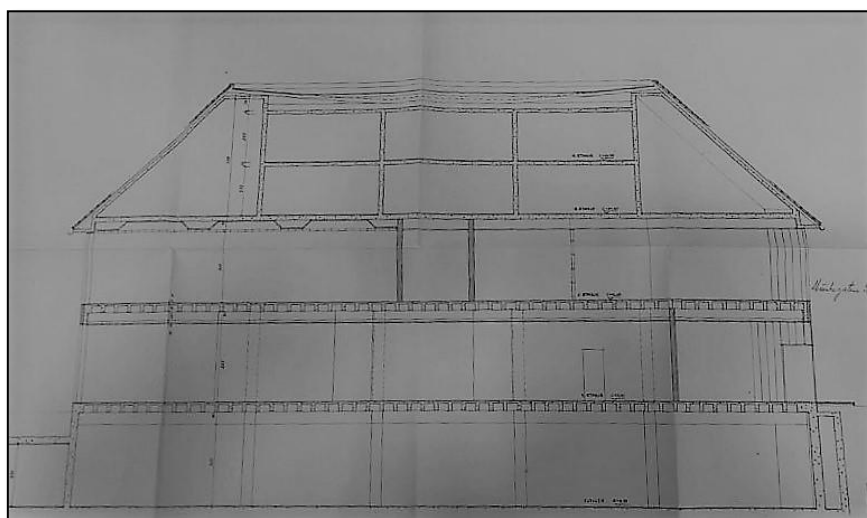
Som tidligere nevnt, er det noen kritiske utfordringer ved denne metoden. Det er viktig å gjennomføre en beregning for å validere at etterisoleringen ikke skader ytterveggen på sikt.

Figur 35 viser en energiberegning på yttervegg uten isolering, utvendig isolering og innvendig isolering. Illustrasjonen viser hvordan varmen beveger seg i ytterveggen ved en innnetemperatur på 20 grader og en utetemperatur på -20 grader. Ved innvendig isolering ser man at temperaturen i konstruksjonen blir vesentlig lavere enn ved utvendig isolering. Grunnet kuldebro vil temperaturen i ytterveggen være annerledes ved etasjeskiller, enn resten av ytterveggen. Disse faktorene medfører økt risiko for frostsprengning av teglstein, råte og mugg. En slik risiko krever nøysomt forarbeid, slik det er beskrevet i Byggforsk (Byggforsk 723.314, 2014).

Som nevnt tidligere er det mye å vinne på å rehabilitere. I tipsheftet til Grønn Byggallianse nevnes det at det er sjeldent at man kan forsvare å rive en fasade ifra et klima og miljøperspektiv. Da er det andre energibesparende tiltak som veier tyngre, for eksempel etablering av bedre tekniske installasjoner eller tetting av bygningskroppen. Ved å rehabilitere ytterveggen vil man spare utgiften for rivning og en betydelig større andelbesparelse i materialutgifter. I tillegg vil man ved å rehabilitere ytterveggen på NKIM sikre en tett bygningskropp gjennom byggeprosessen. Dette gjør at man kan arbeide med andre deler av bygget parallelt, og i det store bildet er dette meget tidsbesparende. Derfor vil det ikke bare være bærekraftig og framtidsrettet, men det vil også spare penger og miljø ved å rehabilitere istedenfor å rive og bygge nye yttervegger (Grønn byggallianse, 2019).

5.1.1.3 Bæresystem

NKIM sitt bæresystem består av 50x50 betongsøyler som bærer SDT-dekker i betong. Betong er ett slitesterkt materiale med lang levetid, og på NKIM ble det på befaring ikke oppdaget noen visuelle skader av den bærende konstruksjonen. Det ytre skallet til bygningen



Figur 24: Snitt av konstruksjonen til NKIM for å vise bæresystem (Dora arkivet)

består av betongvegger med teglkledning, som bærer taket og deler av etasjeskillerne. Søyleplasseringen i første etasje og kjelleretasjen er identisk, mens i resterende etasjer er det bærende innervegger og dekker.

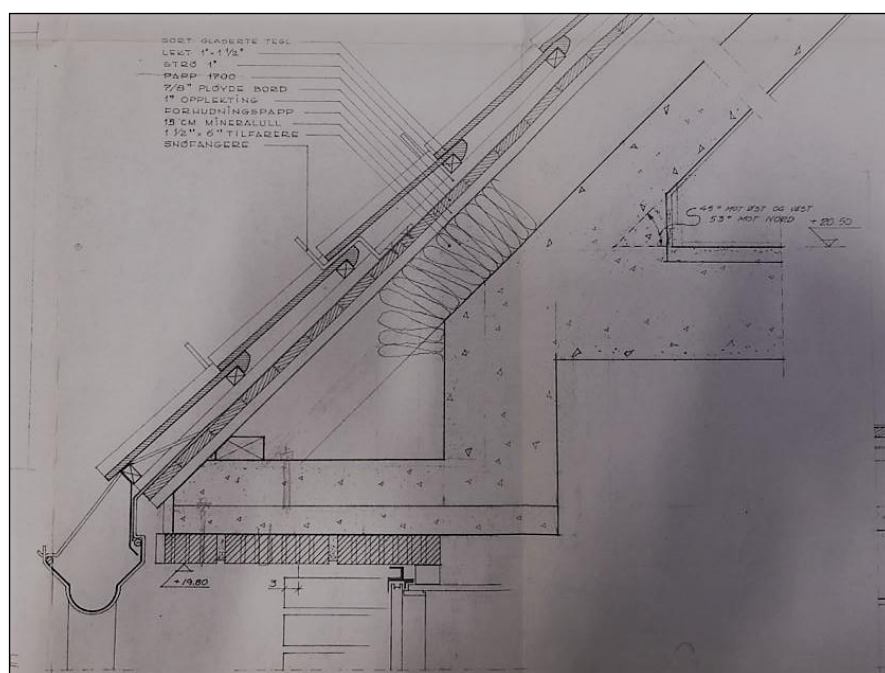
Rehabilitering av bæresystem gjøres hovedsakelig ved påviste skader som kan føre til svekkelser, eller ved bruksendring som krever økt lastekapasitet. Tiltak vil da være og utbedre påviste skader og sette inn forsterkningslementer. Ved bruksendring kan det være aktuelt å flytte søylepunktene for å forbedre areal, men dette bør unngås der det er mulig. I de tilfellene der det er nødvendig å flytte søylepunkter eller andre bærende elementer, er det viktig å gjennomføre en nøye analyse av byggets konstruksjonssystem og stabilitet. Nye lastpunkter kan føre til skjevheter i bygget, da bygget gjerne har «satt seg» i løpet av tiden det har stått. I bygg der det ikke er påvist skade på konstruksjonen, vil tiltak ved rehabilitering hovedsakelig dreie seg om å bedre akustikk og lyd, samt den visuelle overflaten.

Det at bæresystemet på NKIM er i så god stand er det største argumentet for at rehabilitering vil være et godt alternativ. Bevaring av grunnkonstruksjonen kan spare miljøet for store utslippsmengder. I tipsheftet fra grønn bygg allianse sier Gjerde Syltern følgende: *Ved å gjenbruke mye av betongkonstruksjonen, kuttet dessuten prosjektet karbonutslipp med over 60 %. «Når vi bygger snakker vi mye om å redusere klimagassutslippene over tid ved å redusere energibruken, og kan ofte ikke «regne inn» byggene før en levetid på ca. 50 år. Ved å gjenbruke betongen, og derav slippe å destruere og produsere ny, reduserer vi klimagassutslippene i dag. Det er viktig når vi nå kjenner til utfordringene verden står fremfor når det gjelder karbonutslipp»*(Grønn byggallianse, 2019).

Selv om det å videreføre eksisterende bæresystem sparer miljøet for store utslipp, vil det også være gunstig økonomisk. Kostnaden ved å rive eksisterende konstruksjon for deretter å etablere ny, vil jo i sin helhet bli unngått.

5.1.1.4 Tak

Taket på NKIM er en isolert betongkonstruksjon der utformingen er et rett kompakttak i kombinasjon med et valmtak med isolerte takflater og luftet tekning av teglstein. Ut fra befaringen er det ingen synlige skader på den delen av taket med teglstein. I den flate delen av taket med rett kompakttak, er det derimot store fuktskader ved takvinduene, samt mosedannelse som indikerer store fuktproblemer og dårlig avrenning. Ved rehabilitering av tak er det ofte undertak, tekking, lekter/sløyfer, nedløp og beslag som vurderes for rehabilitering. Det er også viktig å være nøye med kartlegging av råte og fuktskader på bærekonstruksjonen og rundt takvinduer. NKIM har synlig skader rundt takvinduene, det bør derfor kartlegges om disse fuktskadene har påvirket andre konstruksjonselementer. Hovedsakelig ønsker man å videreføre samme taktekning som eksisterer fra før originalt. Dette er av estetiske og praktiske grunner, da tak og fasade er det som er vernet av byantikvaren. Den delen av taket på NKIM som ikke er valmtak vil bli inkludert i tilbygget, og her vil man måtte se på hvilke konstruksjonsprinsipper som tilrettelegger for best mulig gjennomføring. Dette vil bli presentert i skisseprosjektet.



Figur 25: Tak detalj NKIM (Dora arkivet).

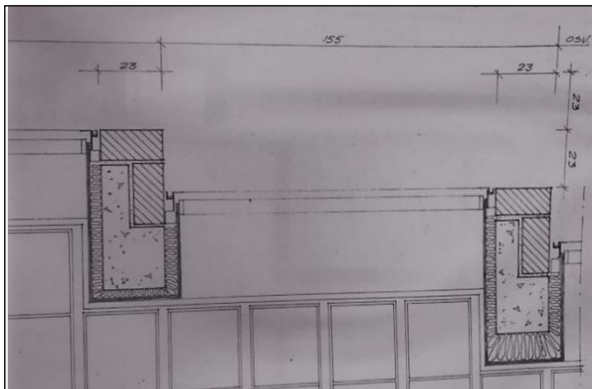
Utførelsen av rehabilitering av taket til NKIM vil omhandle tiltak på undertak, tekking, lekter/sløyfer, nedløp, beslag og utskifting av skadet takstein. I tillegg vil taket etterisoleres for å bedre energieffektiviteten.

Taket til NKIM er en viktig del av det arkitektoniske uttrykket til bygget, og det er derfor ønskelig å bevare dette ved en rehabilitering. Det er flere usikkerhetsfaktorer angående

tilstanden til dette taket, da det ikke gikk an å få tilgang til takkonstruksjonen på tilstandsbefaringen. Dermed vil rehabiliteringstiltakene måtte tilpasses til den reelle tilstanden når en ordentlig tilstandsbefaring er gjennomført. Rehabilitering av taket og gjenbruk av takstein og bærekonstruksjon vil trolig uansett utgjøre betydelige besparelser når det kommer til klimagassutslipp.

5.1.1.5 Vinduer

Etter gjennomført tilstandsrapportbefaring kommer det frem at de fleste vinduene er fra byggeåret, men unntak av noen av vinduene i resepsjonen. Det ble ikke observert store skader på vinduene, men grunnet alder kan det argumenteres for at utskiftning av vinduene vil lønne seg rent energieffektivt. Bygget har mange gamle doble vinduer som potensielt kan være like energieffektive som nye 2-lags vinduer, men ved en rehabilitering kan man ved ett energiregnskap kan settes opp i rehabiliteringsprosessen for å vurdere om man skal erstatte de, sette inn nye vinduer eller beholde de originale. Selve prosessen ved å skifte ut vinduene bør gjøres samtidig som etterisoleringen av yttervegg for å oppnå best mulig resultat. Ved utbedring av vinduene vil man ut ifra tilstandsrapporten kartlegge utbedringsbehovene.



Figur 26: Snitt vindusdetalj i yttervegg NKIM (Dora arkivet)

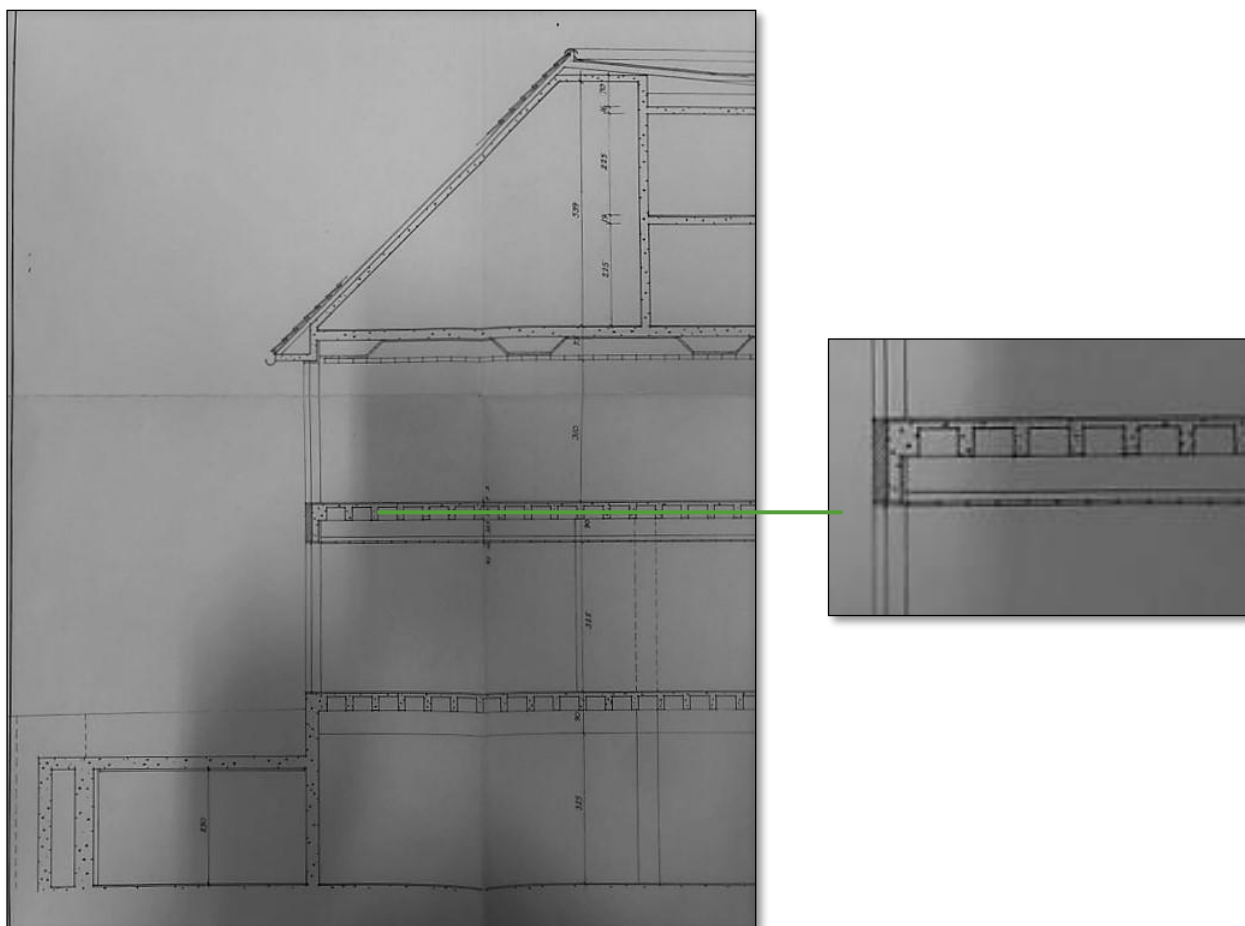


Figur 27: NKIM i gatebilde. (skjermdump fra mist.no)

Store deler av fasaden består av vinduer, og det vil i et materialperspektiv være bedre å rehabilitere de vinduene som er, fremfor å skifte de ut. Man vil da spare utslipp knyttet til materialene og kostnadene for nye vinduer. På en annen side er vinduene fra byggeåret og de vil ikke kunne oppnå den energieffektiviteten som nye vinduer kan oppnå. En rehabilitering av vinduer er også en tidkrevende prosess som kan føre til økte kostnader. Ved beregning av kostnadene og effekten knyttet til energibruk må det derfor vurderes om en utskiftning kan være vel så lønnsom og effektiv. Da vinduene på NKIM er fra byggeåret vil den beste og mest energieffektive løsningen være å skifte ut vinduene.

5.1.1.6 Etasjeskiller

På NKIM er gulv utført i betong, både i kjeller og i etasjeskillerene. I kjeller er det støpt gulv på grunn. Etasjeskillerne består av STD-dekker som er et ribbedekke av betong. Dekkene er forspente betongelementer som gir mulighet for lang spennvidde og høy lastkapasitet med lav egenvekt. Ved rehabilitering av disse vil det være viktig å være nøye med hulltaking og utsparinger slik at det spennkabler ikke kappes. Dekkenes ribber gir gode muligheter for tekniske føringer, også ved etablering av nytt teknisk anlegg (Jaro.no, 2020).



Figur 28: STD-dekker er brukt til etasjeskiller (Dora arkivet.)

På grunn av fuktproblematikken i kjelleren vil det være nødvendig å gjøre en vurdering av gulv på grunn når bygget strippes. Hvis det ikke er noen synlige, kritiske skader, kan bygningsdelene tørkes opp og videreføres. Det må avdekkes hvorvidt det er lagt inn radonsperre her og det må sees på muligheten for å etterisolere mot grunn.

Gulvbelegget består hovedsakelig av linoleum, med unntak av i kjelleren der det er teppeflis. Teppeflisen i kjelleren er ødelagt på grunn av fuktinntrengning gjennom fundamentet og videre opp i teppeflisen. Linoleumen som hovedsakelig er lagt i resterende etasjer har naturlige slitasjeskader. Ved rehabilitering av gulv vil det være aktuelt å se på tiltak for å bedre skjevheter, lydisolering, brannsikring og utbedre og/ eller erstatte gulvbelegg. Tiltak avhenger av omfanget, men i NKIM sitt tilfelle vil avretting av etasjeskiller, etablering av akustikkplater, branntetting av alle gjennomføringer og etablering av nye gulvbelegg i alle etasjer være aktuelt.

5.1.2 Tekniske installasjoner

Tilstandsanalysen avdekket store avvik på de tekniske installasjonene på NKIM. Med tekniske installasjoner så menes VVS og elektrisitet. Grunnet manglete kompetanse, og kun visuelle undersøkelser vil det som blir presentert kun være bemerkninger som kan brukes for å se det helhetlige omfanget på NKIM.

Ventilasjons anlegget bærer preg av mangelfullt vedlikehold og er svært utdatert. Driftsleder ved NKIM forteller at store deler av anlegget ikke blir brukt, da det er flere feil og mangler ved anlegget som ikke er utbedret. Grunnet anleggets alder vil det ikke være fornuftig å reparere. I tillegg er det flere deler til anlegget som ikke produseres lenger. Konsekvensen av dårlig ventilering er kritisk da museet oppbevarer kunstgjenstander som bør oppbevares i rom med rett luftkvalitet. Kunstverkene har stor bevaringsverdi, og riktige klimatiske forhold er viktig for at de ikke skal forfalle eller bli ødelagt. I tillegg er luftkvaliteten i bygget generelt dårlig, noe som påvirker både ansatte og besøkende negativt.

Når det kommer til vann og sanitær opplyses det ikke om driftsmessig problemer, men befaringen bekrefter slitasje på utstyr.



Figur 30: Manuell styring av ventilasjonsanlegget. Fløre brytere er ute av drift. Befaring NKIM 31.01.2020



Figur 29: Utdaterte systemer. Bilde fra Befaring NKIM 31.01.2020

Det elektriske anlegget ved NKIM er også vært utdatert. I tillegg til en rekke feil og mangler, har ikke anlegget kapasitet til å tilfredsstille museets behov. Manglede styring gjør at museet har lite kontroll over forbruk, og bygget bruker mye mer strøm enn det som er nødvendig. Dette påvirker muligheten for utstillinger og gjør det vanskelig å drifte bygget.



Figur 31: EL-skap med skrusikringer. Utdatert. Bilde fra befaring NKIM 31.01.2020

Ved rehabilitering er det lite vanlig å videreføre de tekniske installasjonene. Grunnen til dette er at teknologien har utviklet seg så mye gjennom årene at de eksisterende installasjonene er meget utdaterte. Avhengig av type rehabilitering kan det vurderes om man skal ta vare på kabelbruer og eksisterende tekniske sjakter.



Figur 32: Styringspanlet bak respesjonen. Utdatert. Bilde fra befaring NKIM 31.01.2020



Figur 33: Vifterom, stor feil og mangler. Befaring NKIM 31.01.2020

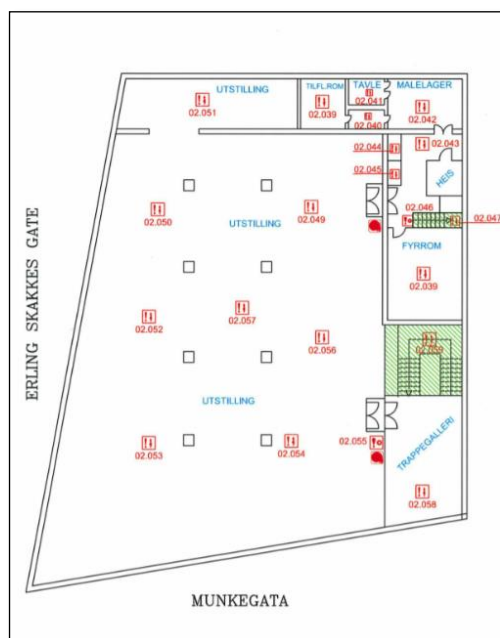
5.1.3 Planløsning

Planløsningen ved NKIM er lite fleksibel og det er vanskelig å endre på den uten å gjøre store fysiske endringer. Dette er typisk for bygg fra denne tidsalderen, da byggene ble bygget til et spesielt formål, med lite tanke på hva som kommer i fremtiden. Nedenfor blir de ulike planløsningene for NKIM presentert.

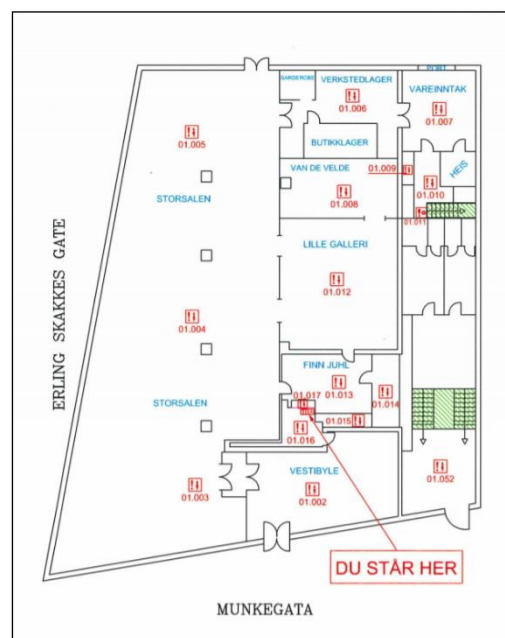
Kjeller – Selv om kjelleren i dag er stengt grunnet fukt, ansees planløsningen som hensiktsmessig. Størsteparten av arealet er brukt til utstilling. I tillegg til utstillingsarealet er det et lite lagerrom, samt et fyrrom og tilfluktsrom. Utstillingsarealet er ett stort rom, som gjør det enkelt å endre utstillingen. Søyleplasseringen og de bærende konstruksjonene oppfattes ikke som en hindring for bruken av rommet. Plassering av tekniske rom og sjakter oppfattes som naturlig. Disse er kontinuerlige gjennom bygget.

1. etasje – Planet består av resepsjon, flere utstillingsarealer, varemottak og ett verksted.

Resepsjon og museumsbutikk ved hovedinngangen oppleves naturlig, men noe trang. I tillegg er ikke hovedinngangen lagt til rette for HC. Utstillingsarealene oppleves som delvis funksjonelle. Alle vinduene er dekket til for å hindre innsyn og lysinnslipp. Effekten av fasadene med vinduer blir derfor dårlig utnyttet. I tillegg oppleves varemottak og verksted som for lite.



Figur 35: Kjeller



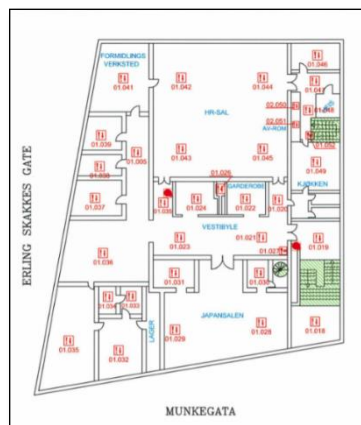
Figur 34: Plan 1

2. etasje – Planet består av utstillingsareal, kontor, lager, verksted, møterom og toaletter.

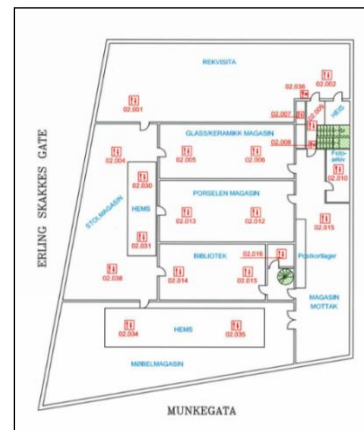
Planløsningen oppleves som trang. Det er mange små rom, og det er et uklart skille mellom områdene som tilhører publikum og de ansatte. Vindusflatene blir ikke utnyttet, og i deler av utstillingslokalene er de permanent dekket for.

3. etasje og 4. etasje – Planet består av magasiner for oppbevaring av museumsgjenstander, verksted for restaurering av ulike museumsgjenstander i tillegg til et vifterom.

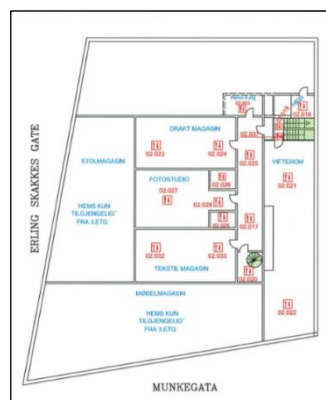
Planet brukes primært til lagring hvor kun ansatte har tilgang. Plassering av all lagring i magasiner med skråtak oppleves som ugunstig. Verkstedene er overfylte, trange og oppfyller ikke dagens krav. Planløsningen gjør logistikken vanskelig, dette spesielt med tanke på frakt av museumsartikler, endring av utstillinger og lagring av museumsgjenstander.



Figur 37: Plan 2



Figur 38: Plan 3



Figur 36: Plan 4

Ved rehabilitering av eksisterende bygningsmasse er planløsningen ofte noe man endrer en del på. Grunnen til dette er at rehabiliteringsbehovet ofte ligger i at bygget endrer funksjon, og det oppstår behov for mer fleksible løsninger. Sjakter, trapper og heiser blir derfor ofte bevart, mens lettere konstruksjoner rives bort og det etableres en ny planløsning tilpasset byggets formål.

5.2 Utbedringer

I dette kapittelet blir løsningene på de byggetekniske utfordringene ved NKIM presentert. Det er benyttet preaksepterte løsninger hentet fra byggforsk, og forslagene er kun basert på enkle tilstandsundersøkelser. Ved en eventuell videreutvikling av dette prosjektet må det derfor tas høyde for at disse løsningene ikke nødvendigvis stemmer overens med de faktiske forholdene.

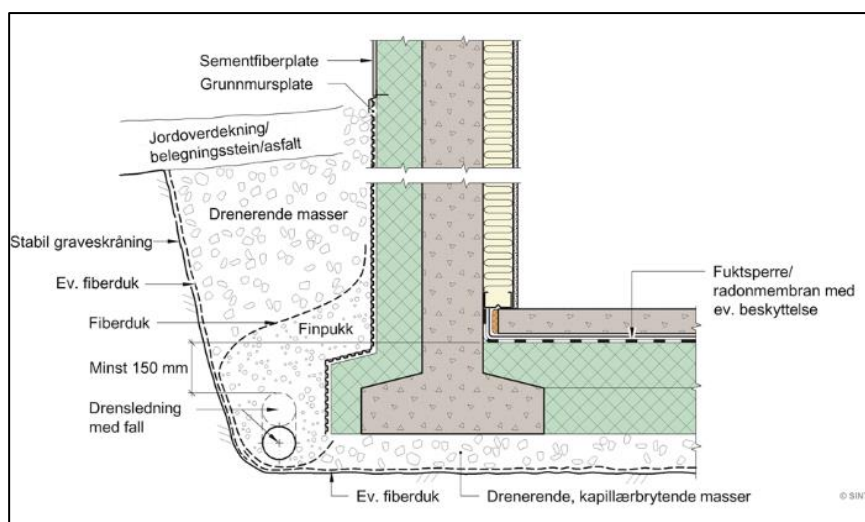
5.2.1 Fukthåndtering

Fukt er som nevnt i teoridelen hovedårsaken til de fleste skader på konstruksjoner (Byggforsk 700.110, 2010). NKIM er ikke noe unntak. Etter gjennomført befaring av bygget kan det bekreftes at det er fuktproblematikk i tak, yttervegg, fundament og vinduer. Klimaskallet som skal beskytte konstruksjonen mot ytre påvirkninger som regn er dermed ikke intakt.

Konsekvensene av dette er svekket konstruksjonselementer og betraktelig dårligere inneklima enn det som er kravet i TEK 17 (DIBK, 2017). For å løse fuktproblematikken vil det være nødvendig å iverksette en kartlegging av årsakene til fuktinntrengingen. I NKIM sitt tilfelle, er det manglede drenering og overvannshåndtering som er hovedårsakene til fuktproblematikken.

5.2.1.1 Drenering

NKIM har ingen drenering fra byggeåret, og dermed vil etablering av dreneringssystem være hovedtiltaket for å løse fuktproblematikken i kjeller. Bygget er plassert midt i Trondheim sentrum, derfor må man ved etablering av ny drenering også legge ned overvannsrør for bortledning av overvannet. Det er ikke aktuelt med infiltrering av overvann på egen eiendom.



Figur 39: Fuktsikker oppbygning av vegger mot terreng. (Skjermdump fra Byggforsk 514.221, 2020)

Det må derfor graves nye grøfter rundt og mot bygningskroppen, før det etableres fuktsikringstiltak mot fundamentet i form av grunnmurplater og eller trykkfast isolasjon. Trondheim kommune har egne ledningskart der man kan finne ut hvilket avløpsrør man kan koble seg på. For å holde på de drenerende massene og hindre innvasking av finstoff etableres det fiberduk i grøften, før de drenerende massene i ulike graderinger blir brukt til fylling mot yttervegg og mot terreng. Fall fra bygningen mot terreng bør være 1:50 over 3 m ut fra bygningen (Byggforsk 514.221, 2020).

5.2.2 Energieffektivisering

NKIM sliter med høyt energiforbruk som er vanlig for bygninger bygget i 1968. Dermed vil ett av hovedtiltakene ved en rehabilitering være å iverksette utbedringer som bedrer energieffekten til bygget. For NKIM oppnås dette gjennom etterisolering av yttervegger og tak, samt utskifting av vinduer.

5.2.2.1 Yttervegg

Ytterveggen til NKIM er en betongkonstruksjon med teglfasade. Vanligvis ville man i et rehabiliteringsprosjekt etterisolert på utsiden, da dette er anbefalt metode. Dette er i NKIMs tilfelle ikke mulig, da fasadene og deres antikvariske verdi er en av de viktigste grunnene for å rehabilitere bygget fremfor å rive det. Etterisolering på innsiden av ytterveggen blir dermed eneste alternativ.

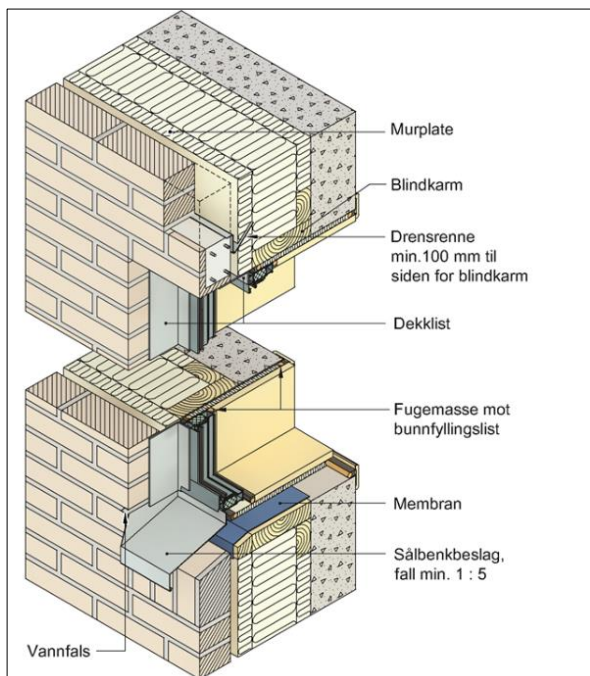
Den vanligste metoden for innvendig etterisolering er påføring med uorganisk bindingsverk og isolasjon. Normalt begrenses isolasjonstykkelsen til 100mm. Innvendig isolasjon krever lav innendørs luftfuktighet og en yttervegg med god sikkerhet mot inntrenging av fukt utenfra. Stort varmetap ved etasjeskillere og delevegger kan gjøre det lite lønnsomt å isolere med store tykkelse innvendig. Før man isolerer innvendig bør man så langt det er mulig fjerne alt organisk materiale på innsiden av betongveggen. Anbefalt metode i dette tilfellet vil være å benytte bindingsverk av stål. Stålet tilfører ikke fukt til veggen, og er bestandig mot fukt tilført utenfra. Profilene festes mekanisk til bakveggen med tilpassede skruer (Byggforsk 723.312, 2014).

Bindingsverket isoleres med mineralull. Ved innvendig isolering må man bruke dampsperre i full vegg høyde, festes langs topp og bunnsvill. Dampsperran føres kontinuerlig over alle vindusåpninger, og det skjæres til ved montasje av lister og foringer. Vertikale skjøter utføres med omlegg over stender, og den må klemmes mot stendere med innvendig platekledning eller klemlerter (Byggforsk 723.312, 2014).

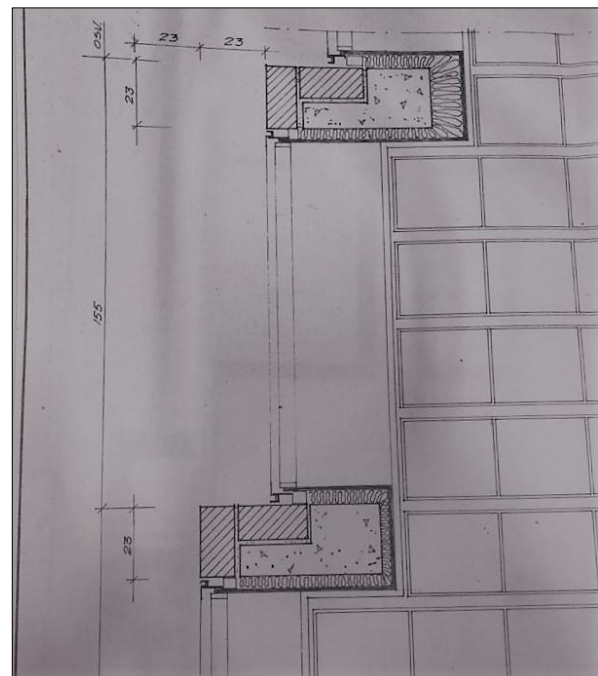
NKIM har en ekstra utfordring når det kommer til etterisolering. Grunnet store vindusarealer, vil det være vanskelig å etterisolere da veggstykkene mellom vinduene er små. Museet har per dags dato innført en løsning med varmekabler her. Dette er ikke en særlig bærekraftig eller energieffektiv løsning, spesielt siden museet mangler fjernstyring på systemene. Ideen er derimot innovativ og løser utfordringen knyttet til fuktdannelse rundt vinduene grunnet kondens. For å gjøre løsningen mer effektiv kan man bytte ut elementene og etablere fjernstyring. Dette kan minsket behovet for innvendig etterisolering i stykkene, som vil ha liten hensikt. Dette er ikke en preakseptert løsning og kan dermed ikke støttes opp av litteraturen, men er kun ment som et innovativt forslag.

5.2.2.2 Vinduer

Fasaden til NKIM består av så mange vindusfelt at det ikke kan forsvares å videreføre de gamle vinduene basert på energieffektiviteten. Dermed vil vinduene skiftes ut til 3-lags lavenergivinduer. Det er ekstremt viktig at vinduene monteres etter anvisning, og det skal alltid plasseres i isolasjonssjiktet i vegg. Utskiftingen kan halvere varmetapet og eliminere kaldras fra vindusfeltene. Utskiftingsprosessen med tetting og isolering rundt innfestningen til vinduene skjer samtidig med den innvendige etterisoleringen (Byggforsk 523.702, 2018). Dealjtegningen avviker fra virkeligheten da det ikke er samme oppbygning på yttervegg.



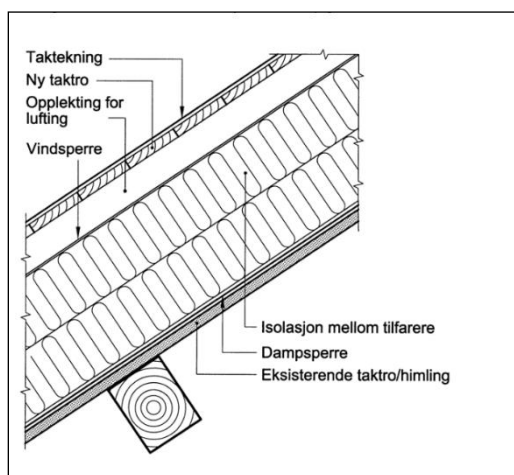
Figur 41: Eksempel på plassering av vindu i betongvegg. Bildet avviker fra virkeligheten da NKIM er innvendig isolert. (Skjermdump Byggforsk 523.702, 2018)



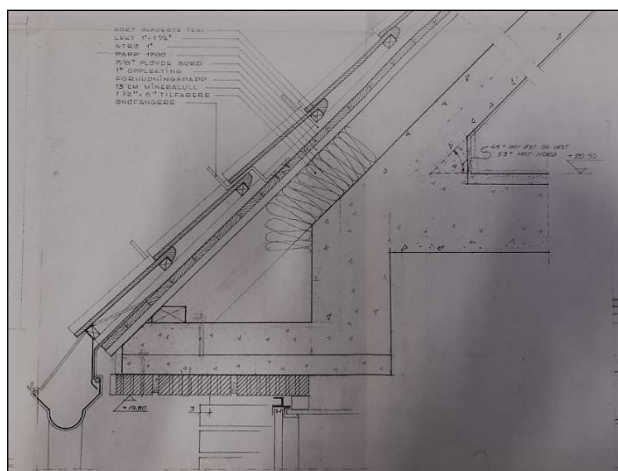
Figur 40: Snitt av vindusinnsetting NKIM. Innvendig isolert. Bildet tatt fra Opprinnelige tegninger på Dora Arkivet.

5.2.2.3 Tak

Etterisolering av tak er avgjørende for å få komplettert klimaskallet til eksisterende bebyggelse. I NKIM sitt tilfelle vil det etterisoleres utvendig, da dette er mest gunstig varmeteknisk og gir færre kuldebroer. Ved å montere all isolasjon på utsiden av den gamle taktroen kan hele bærekonstruksjonen være synlig, i tillegg til at det er en relativt enkel løsning. Hvis minst $\frac{3}{4}$ av all isolasjon plasseres på utsiden, kan dampsperran legges på eksisterende taktro. Hvis det eksisterende belegget er damp- og lufttett, kan det beholdes og fungere som en dampsperre (Byggforsk 725.403, 2005). Dampsperran må avsluttes slik at det blir god lufttetthet mellom tak og yttervegg. Isolasjonen monteres mellom spikerslagene og det etableres et kombinert undertak og vindsperre. Dette grunnet opplektingen for tekking (Byggforsk 725.403, 2005). Eksisterende teglstein kan gjenbrukes, og kun skadet stein skiftes ut.



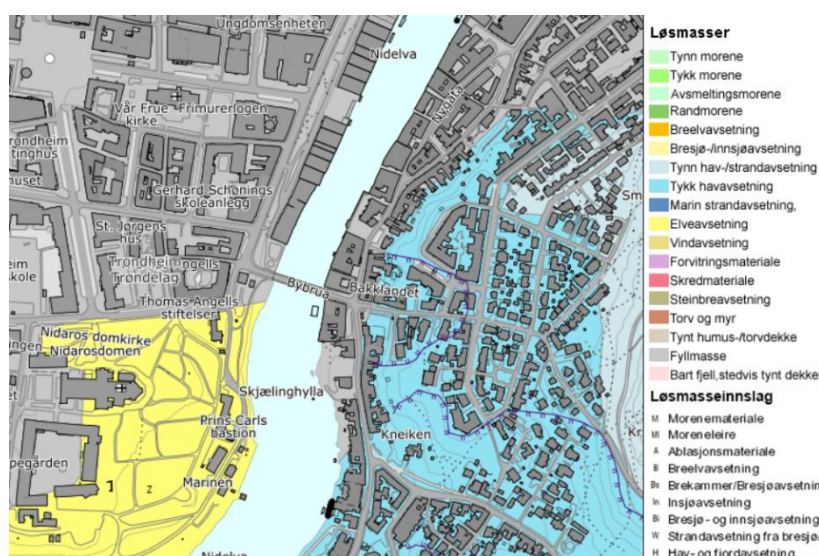
Figur 43: Utvendig etterisolering (Skjermdump fra Byggforsk 725.403, 2005)



Figur 42: Tak detalj. Dora-arkivet

5.2.3 Fundament og konstruksjon

Gruppen har kun utført visuelle undersøkelser av fundamentet. Norges geologiske undersøkelser er brukt for å bekrefte at Munkegata 3 og 5 ikke ligger innenfor kvikkleir eller annet utsatt område. Utover dette har ikke gruppa funnet noe fra byggeår om spesielle grunnforhold, og presentert løsning er basert på dette.



Figur 44: Løsmassekart fra Norges geologiske undersøkelser (skermdump, 2020)

Ved rehabilitering av NKIM vil ikke fundamentet bli byttet ut eller forsterkes. Refundamentering er svært kostbart, og ingen av gruppens undersøkelser tilsier at det er nødvendig. Tiltak utført for fundamentet vil da hovedsakelig være følgetiltak fra drenering, med de fuktsikringstiltakene det medfører. Dette blir presentert under 3.6.6.2 drenering. I tillegg vil etablering av avfukter i kjeller så raskt som mulig være kritisk for å få tørt eksisterende fundament før etablering av nytt gulv

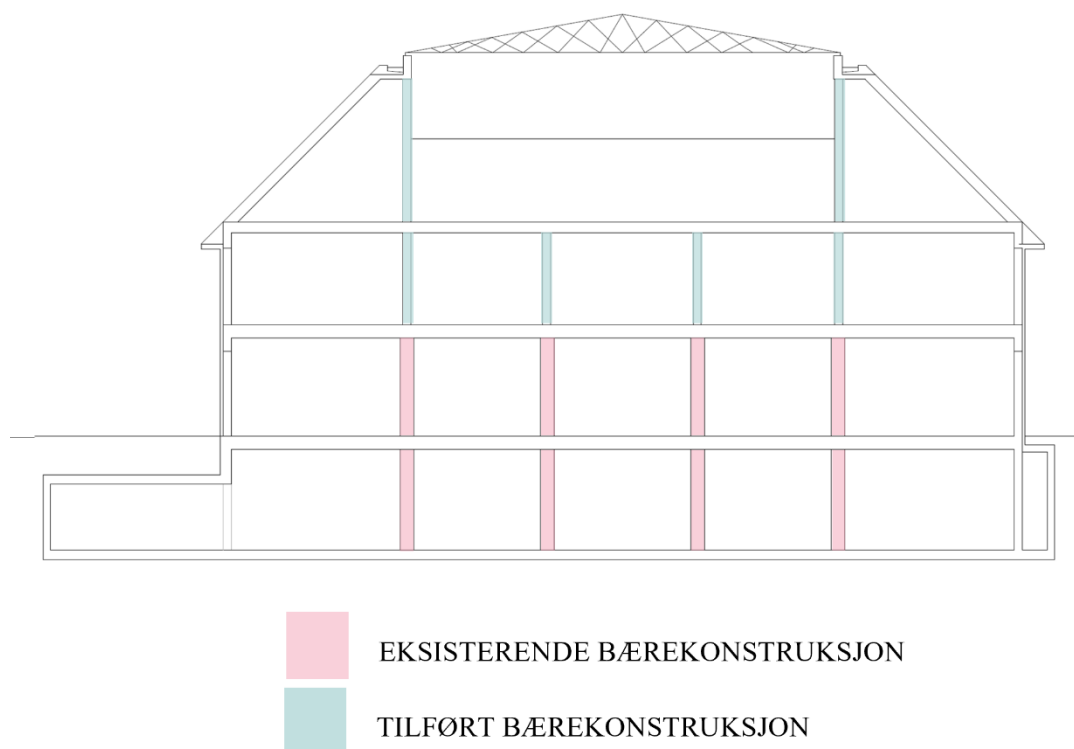
Siden rehabiliteringen til NKIM omfatter bruksendring eller fysiske arbeider av større omfang enn vanlig vedlikehold, skal man i utgangspunktet oppfylle dagens tekniske krav. Dermed vil det bli etablert radonsperre i kjeller over eksisterende betongstøp, brukergruppe C (Byggforsk 520.706, 2018).

5.2.3.1 Bæresystem

Bæresystemet til NKIM vil i hovedsak videreføres, samt at det tilføres noen nye elementer. Søylepunktene som går fra kjeller opp til dekket til 2. etasje videreføres helt til takplan. Dette vil erstatte den bærende konstruksjonen i 3. og 4. etasje som etter rehabilitering blir ett stort åpent rom.

Eksisterende trapper og sjakter for tekniske installasjoner blir videreført. I tillegg vil det etableres en ny trapp i sammenheng med tilbygget.

Bærekonstruksjonene i taket forblir uendret, med unntak av overgangen mellom tilbygg og eksisterende bygg skal kobles sammen. Det vil ved en rehabilitering ikke gjøres noe endringer i bæringen eller de bærende funksjonene til dekkene, men det vil bli gjennomført tiltak for at dekkene skal oppfylle dagens krav til lyd og brannsikkert. Dette oppnås ved å etablere akustikkplater og brannetting i himlingen på dekkene, basert på hva rommet skal brukes til. Gulv avrettes ved skjevheter, og det etableres hensiktsmessig gulvbelegg i forhold til rommets bruk.



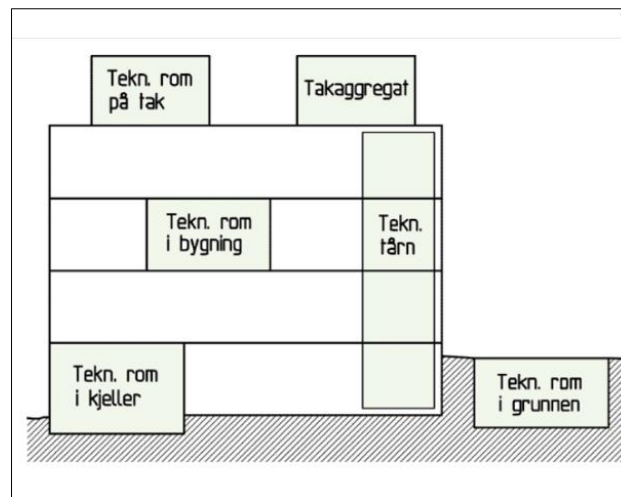
Figur 45 – Konstruksjonsprinsipp

Det er ikke gjort beregninger på endringene i konstruksjonen da det ikke er et fokus i denne oppgaven. Kun enkle konstruksjonsprinsipper er brukt og det må tas høyde for at det kan dukke opp uforutsette utfordringer som oppgaven ikke omfatter.

5.2.4 Tekniske installasjoner

Denne oppgaven skal besvare sentrale spørsmål i forhold til rehabilitering, og er fokusert på løsninger for de byggetekniske utfordringene. Grunnet omfang, tid og manglede spesialisering inne de tekniske fagene, vil oppgaven ikke gå i detalj på løsninger ift tekniske

installasjoner. Det er fremlagt forslag for plassering av tekniske rom og etablert/videreført sjakter for tekniske føring etter byggforsks anvisninger (Byggforskblad 379.320, 2002). Utenom dette presenteres det grunnleggende informasjon som kan brukes i videre planlegging.



Figur 46: Vanlige plasseringer av tekniske rom
(Skjerndump Byggforsk 379.320, 2002)

NKIM er et bygg som krever tekniske løsninger slik at det kan tilfredsstille de ulike bruksområdene. Ved tilstandsbefaringen blir det klart at alle de tekniske løsningene er utdaterte og ved en rehabilitering må de skiftes ut. Etablering av nye tekniske installasjoner bør omfatte moderne luftbehandlingsanlegg med rombasert styring, nytt EL og lys-anlegg tilrettelagt for utstillinger og det bør prosjekteres med hensyn på tilpasningsdyktighet. Det bør i videre planlegging etableres ett tverrfaglig prosjekterings team tidlig, for å oppnå best mulig resultat.

5.2.5 Planløsning

Ved rehabilitering av NKIM vil det bli utviklet nye planløsninger. De nye planløsningene er utviklet med tanke på tilpasningsdyktighet. Herunder fleksibilitet, generalitet og elastisitet, som skal sikre at bygget kan utvikles også i fremtiden. Siden tilbygget ikke blir presentert før i skisseprosjektet, vil fullverdige planløsninger presenteres der. Det er tatt høyde for universell utforming ved utforming av planløsningene.

5.3 Kostnadskalkyle

Gruppen har valgt å sette opp to kalkyler for dette prosjektet. En som baserer seg på totalrehabilitering av museet med tilbygg, og en som tar for seg nybygg. Kalkylene er et grovt overslag som skal gi et estimat på kostnadsforskjellene på de forskjellige gjennomføringene.

Kalkuleringen som er gjort baserer seg på erfaringspriser fra konkurranser for totalrehabilitering av tilsvarende bygg, type kontor med steinkledning utvendig. Når det gjelder tilbygg og nybygg er det innhentet erfaringstall fra HENTs tidligere prosjekter og erfaringer, samt Norsk prisbok.

5.3.1.1 Rehabilitering

Rehabiliteringens omfang vil være stor, henholdsvis totalrehabilitering der kun bygningskallet og konstruksjonen står igjen. Vi har hentet ut tall fra to referanseprosjekt med noe likt omfang og utforming som Nordenfjeldske kunstindustrimuseum.

Gunnerusgate 1 – Bygget har mye av samme utforming som NKIM og er tegnet av samme arkitekt, Herman Krag. Store deler av det arbeidet som ble forespeilet og gjennomført er av samme art som det som er nødvendig ved rehabilitering av NKIM.



Figur 47 - Gunnerus gate 1 - Tegnet av Herman Krag

«Før rehabiliteringen hadde bygget et betydelig vedlikeholdsbehov. Utdaterte og nedslitte lokaler med lite arealeffektive løsninger er bygget om. Ombyggingen, med nye tekniske

anlegg medfører store forbedringer og tilpasninger av lokalene for et nytt Campus»(Statsbygg, 2016)

Bygget ble satt opp i 1962, kun noen år før NKIM ble bygget og har BTA på 1650 m². Resultat fra kalkulering gjort av HENT ble følgende:

- Tilbudssum vinner av konkurranse: 15,2 MNOK
- Kvadratmeterpris: 9212 kr/m²

Sverres gate 10

Utviklingen av HIST til NTNU krevde ombygging av og spesialtilpasning for å knytte Sverres gate 10, Gunnerus gate 1, Retortbygningen og Sverresgate 12 sammen. HENT kalkulerte prisoverslag på rehabilitering av Sverresgate 10. Bygget har BTA 4500 m² og resultatene ble følgende:

- Tilbudssum vinner av konkurranse: 47,3 MNOK
- Kvadratmeterpris: 10511 kr/m²

5.3.1.2 Norsk prisbok

Prosjekt 3117 «Kontorbygg – ombygging innvendig» omhandler rehabilitering av kontorbygg av ukjent karakter og alle forbehold. I kap. 01-69 «Huskostnad fordelt på fag» er det sammenlignet med erfaringsprisene fra NTNU i Gunnerus gate over. Prosjektene i Gunnerus gate er kontrakter etter NS 8405 (uten prosjektering) og kan derfor benyttes som sammenligningsgrunnlag.

Prisboken setter en pris på 12.396 kr /BTA.

Etter konsultasjon med vår veileder innen kalkulasjon og innkjøp hos HENT er det gitt uttrykk for at prisene i boken er noe høyere enn faktiske priser de er kjent med for slike rehabiliteringsarbeider, det er likevel benyttet denne prisen som en ekstra sikkerhet i gjennomsnittsberegningen.

5.3.1.3 Konklusjon

Vi velger å se på dette med en konservativ tankegang og tar gjennomsnittet av de tre kalkylene som er presentert over. I tillegg til de prisforslagene som er presentert over må vi medregne prosjekteringskostnader som etter erfaring hos HENT estimeres til 1100 kr/m².

$$\frac{9212 \text{ kr}/m^2 + 10511 \text{ kr}/m^2 + 12396 \text{ kr}/BTA}{3} + 1100 \text{ kr}/m^2 = 11806 \text{ kr}/m^2$$

5.3.1.4 Nybygg

Her har vi kun innhentet et tall som er basert på Norsk Prisbok samt erfaringstall fra HENT. Med dette som grunnlag blir kvadratmeterprisen estimert til 23000 – 28000 kr/ m².

5.3.1.5 Tilbygg

Gruppen har basert seg på å utvikle et tilbygg av noe karakteristisk art. Tilbygget har tatt utgangspunkt et konsept presentert av Kristin Jamsrund arkitekter AS fra 2008. Bygget bak Gullsmed Møller og NKIM som i dag er benyttet som verksted og kontorer er svært dårlig utnyttet. Dette vil rives og det vil settes opp et nytt tilbygg. Prisen for tilbygget er basert på nybyggpris som presentert over, og ganget opp med en faktor for tilpasning til eksisterende bebyggelse. Estimert kvadratmeterpris blir da 28000 – 32000 kr/m².

5.3.1.6 Konklusjon

Hvis bygget rehabiliteres i henhold til oppgaven, med tilhørende tilbygg vi arealer for beregninger er følgende:

- NKIM, rehabiliteringsareal: 3300 m²
- Tilbygg, areal: 1835 m²

Det tas utgangspunkt i den høyeste prisen på tilbygget, da tilbygget er av en noe karakteristisk art. Dette gir følgende:

$$11806 \text{ kr/m}^2 \times 3300 \text{ m}^2 + 32000 \text{ kr/m}^2 \times 1835 \text{ m}^2 = 97679800 \text{ kr}$$

Dette gir en pris på 97,8 MNOK

Når det er beregnet pris for nybygg er det tatt utgangspunkt i det samme arealet som ved rehabilitering med tilbygg. Beregnet areal er da: 5096 m². Dette gir følgende:

$$25000 \text{ kr/m}^2 \times 5096 \text{ m}^2 = 127400000 \text{ kr}$$

Dette gir en pris på 127,4 MNOK

Det var en forventning om at rehabilitering ville være mer kostbart enn nybygg, noe som ikke viste seg å stemme i denne sammenhengen. Likevel må det tas forbehold om at det ved rehabilitering vil det være vanskeligere å estimere kostnadene, da feil og mangler i større grad kan avdekkes underveis i prosessen.

5.4 Klimaregnskap

Klimagassutslippene til en bygning kommer fra ulike aktiviteter gjennom bygningens levetid. For å identifisere tiltak for å redusere klimagassutslipp benytter man metoder for en helhetlig beregning av enkeltbygningers klimagassutslipp gjennom bygningens livsløp. NS 3720 er en standard som anvendes for klimagassberegninger for nye bygninger samt i forbindelse med vedlikehold og ombygging av eksisterende bygninger. Metoden presentert i standarden kan benyttes for en hel bygning, for deler av en bygning eller bygningsdeler, samt for deler av livsløpet til bygningen eller bygningsdelene. Standarden definerer krav til metode for beregning av klimagassutslipp fra hele bygningens livsløp, «fra vugge til grav».

I standarden er beregningen delt opp i ulike faser i byggeprosessen, fasene er delt opp på følgende måte (Direkte hentet fra NS 3720):

- Innledende fase omfatter idé-, konsept- og skissefase; blant annet lokaliserings- og tomte vurderinger, innledende programmering av bygningen med funksjoner, energibehov og konstruksjonsprinsipper.
- Detaljeringsfasen omfatter forprosjektfasen og detaljprosjektfasene der valg av løsninger gjøres, men ikke endelige valg av produkter.
- Byggefasen omfatter oppføringen av bygget med valgte produkter og løsninger. Når byggefasen er ferdig og bygningen er overlevert til byggherre og klar til bruk, betegnes den med begrepet «som bygget».
- Driftsfasen omfatter bruk av bygningen med de funksjonene som den er planlagt for, herunder transport av personer som bruker bygningen.
- Livsløpets sluttstadium/ avhendingsfasen omfatter riving av bygget, transport til avfallshåndtering og håndtering av avfallet.

I denne oppgaven er det benyttet One Click LCA, som er et godkjent beregningsprogram og tar utgangspunkt i NS3720 som presentert ovenfor. Det var et ønske om å gjennomføre et totalt klimagassregnskap på rehabiliteringsprosjektet og på nybygg. Dette for å sammenligne utslippsmengdene forbundet med de ulike utførelsene av rehabilitering og nybygg. Dessverre har vi hatt manglende tilgang på ressurser og veiledning grunnet COVID-19 pandemien, noe som gjorde at vi ikke fikk gjennomført analysene i det omfanget vi hadde planlagt.

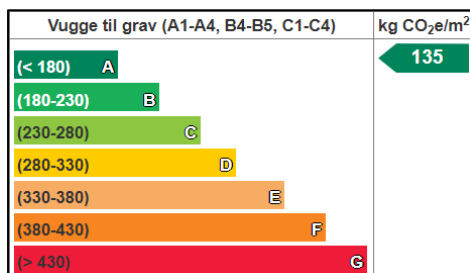
Det er likevel gjort en beregning i One Click LCA på klimagassutslipp for den bygningskonstruksjonen som er ønsket å bevare. Ved en eventuell rehabilitering av NKIM vil bygget stripes slik at man kun står igjen med den bærende konstruksjonen og fasader. En

beregning av hvor stort utslippet ville vært for å bygge denne bærekonstruksjonen og fasadene på nytt vil gi en indikasjon på hvor mye utslippet reduseres ved å beholde den originale bærekonstruksjonen. Beregningsmetoden tar utgangspunkt i gitte materialmengder, transport og vedlikehold gjennom livsløpet til bygningsdelene.

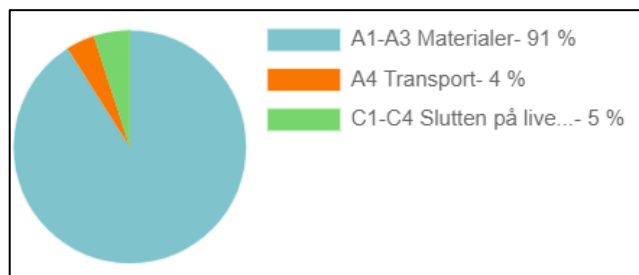
Statistikk som føres over klimagassutslipp er knyttet til flere gasser som bidrar til klimaendringer, men som har forskjellig oppvarmingseffekt. Gassene som tas med her er blant annet karbondioksid (CO₂), metan (CH₄), lystgass (N₂O) og fluorgasser (HFK, PFK og SF₆). For å kunne sammenligne de forskjellige klimagassene regnes de om til tilsvarende CO₂-verdier, kalt CO₂-ekvivalenter. På denne måten kan utslipp sammenlignes (SNL, 2020). Beregninger gjort i One Click LCA gir resultater for utslipp i kg CO₂-ekvivalenter per kvadratmeter, altså hvor stort karbonutslippet er per kvadratmeter.

5.4.1.1 Resultat

Beregningene viser at utslipp knyttet til bygningsskallet og bærekonstruksjonen vil være lik 135 kg CO₂e/m². Med forbehold om at dette er et overslag innebærer dette at ved å beholde konstruksjonen kan man spare 135 kgCO₂e/m², noe som gir et totalt utslipp på ca 500000 kgCO₂e.



Figur 49 Bundet karbon fra "vugge til grav", (One Click LCA)



Figur 48 Diagram over hva hoveddelen av utslippet er knyttet til (One Click LCA)

Vi kan se at hoveddelen av utslippet er knyttet til produksjon og utvinning av materialene, ikke transport og håndtering av avfall. Den gjennomførte analysen tar for seg utslipp til materialproduksjon, transport og levetid. Hvis konstruksjonen skal rives må det også medregnes utslipp fra deponering av avfallet.

Konklusjonen her er at det er mye potensiale i å bevare store betongkonstruksjoner der det er mulighet for det.

6 Drøfting

I dette kapittelet vil funnene som er gjort under litteraturstudiet, analysene og kalkuleringen diskuteres. Diskusjonen er knyttet til problemstillingen for oppgaven, som sier: «*Hvordan kan bygg og eiendomsnæringen styrke bærekraft gjennom rehabilitering av eksisterende bygg*». For å svare på problemstillingen er det sett på følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan kan vi få byggenæringen til å prioritere rehabilitering fremfor nybygg?
- Kan det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum rehabiliteres for fremtiden?

Kapittelet er delt inn i ulike tema som belyser aspektene ved rehabilitering og hvorvidt dette er gjennomførbart for NKIM. Her vil funnene fortløpende presenteres og drøftes for å danne et grunnlag for konklusjon.

6.1 Lønnsomheten ved å rehabilitere

Tidligere i oppgaven har det blitt poengtert at hvis man skal nå klimamålet innen 2030 med en utslippsreduksjon på 40%, blir vi nødt til å se på mulighetene for å rehabilitere eksisterende bygningsmasse fremfor å rive og bygge nytt. Gjennom litteraturstudiet kommer det frem flere aspekter som peker på lønnsomheten ved å rehabilitere.

De største utslippene knyttet til nybygg er materialproduksjon og transport. Ved å bevare grunnkonstruksjoner og bæresystem har vi mulighet til å minimere utslippene betraktelig. I utslippsanalysen gjennomført av SINTEF, der 120 ambisiøse byggeprosjekter er analysert er resultatet klart. Det gjennomsnittlige utslippet til prosjektene med nybygg lå på 6,3 kgCO₂e/m²/år mot gjennomsnittsutslipp knyttet til rehabilitering på 2,3 kgCO₂e/m²/år, noe som tilsvarer en utslippsreduksjon på 64 %. Dette viser at det er mye å spare på å gjenbruke store deler av bygningskonstruksjonen.

I mange tilfeller er rehabilitering mer kostbart rent økonomisk, da beregningen gjerne er basert på arbeidstimer og materialkostnadene for bygget. Kostnads kalkylen som er basert på utvikling av den eksisterende bygningsmassen til NKIM viser at dette ikke alltid stemmer. Ifølge kalkulert pris vil rehabilitering av eksisterende bygg med et tilbygg ligge på 97 MNOK, mens riving og etablering av et nytt museum med samme BTA ligger på 127 MNOK. Ved en rehabilitering vil man heller ikke stenge av hele bygget, noe som gir muligheter for at eier fortsatt kan ha leieinntekter på deler av lokalene under bygging.

Ved å innføre sirkulærøkonomi i slike prosjekter kan man se på de eksisterende bygningsdelene som en verdi. Her står gjenbruk i sentrum, hvis materialene ikke kan benyttes i det aktuelle prosjektet, må de sees som en verdi for andre mulige prosjekter.

6.2 utfordringer

6.2.1 Økonomi

For at rehabilitering skal være det foretrukne valget, krever dette at tiltakene som gjennomføres er økonomisk lønnsomme. Eier av bygget må oppnå en fortjeneste av de tiltakene som gjennomføres. Slik situasjonen er i dag kan det se ut til at det er en utfordring å finne løsninger som er økonomisk lønnsomme for eier (Nakstad, Engebakken, 2019). Dette kan føre til at eier prioriterer mindre kostnadsdrivende tiltak, som igjen kan gå utover kvaliteten på rehabiliteringen. Tiltakene blir begrenset til å kun være de absolutt nødvendige. Når kvaliteten synker og tiltakene er få, kan dette føre til at intervallene mellom rehabiliteringsbehovet blir kortere og miljøperspektivet blir borte.

Ved prosjektering av rehabiliteringsprosjekter dannes grunnlaget ved å opprette en grundig tilstandsanalyse av bygget. Dette er helt nødvendig for å kunne avdekke feil og mangler i så stor grad som mulig før prosjekteringen og byggearbeidene starter. Grundigheten i tilstandsanalysen kan være med å påvirke kalkuleringen av kostnadene knyttet til prosjektet i stor grad, og jo mer man kan avdekke på forhånd jo mer nøyaktig vil kalkylen være. Likevel viser det seg at det er vanskelig å planlegge og kartlegge i god nok grad slik at man unngår for stor usikkerhet. I løpet av rehabiliteringsprosessen vil det avdekkes utfordringer som ikke kunne vært forutsett og som vil føre til uforutsette utgifter og forsinkelser på prosjektet. I kalkylen som er utviklet for NKIM kan vi se at rehabilitering lønner seg fremfor å rive og bygge nytt. Det man må ta høyde for her, er at selv om den kalkulerte kvadratmeterprisen er lavere på rehabiliteringsprosjektet, sier erfaring at det ofte dukker opp feil og mangler underveis, noe som gjør den kalkulerte prisen har høyere usikkerhet enn for et nybygg.

6.2.2 Tekniske utfordringer

Hvis man skal rehabiliterer ut ifra et bærekraftig perspektiv, ønsker man gjerne å gjøre bygget så energieffektivt som mulig. Dette innebærer gjerne etterisolering og utbedring av tak og yttervegger, utskifting av dører og vinduer og etablering av nye eller utvikling av de eksisterende tekniske installasjonene.

Mye av den eldre bygningsmassen som står i dag er gjerne ikke utviklet med et stort fokus på tilpasningsdyktighet. Et byggs tilpasningsdyktighet sier noe om byggets evne og egenskaper

til å møte tidvis ulike funksjonsbehov og krav til fysiske løsninger, noe som vil sikre at en eventuell oppgradering og bruksendring av bygget vil være enklere å gjennomføre. Rehabiliteringen av et lite tilpasningsdyktig bygg vil gjøre prosessen mer omfattende. Tilpasninger i forhold til bygget selv, herunder endring i planløsning, etablering av tekniske installasjoner og tilpassing av nye konstruksjoner til eksisterende i form av tilbygg, kan være mer tidkrevende og kostbart.

Dagens brukere og eiere stiller i dag høyere krav til energieffektiviteten til et bygg og markedet for grønne bygg er stort. Energieffektivitet i rehabiliteringsprosjekter er spesielt utfordrende. Mye kan oppnås ved å skifte vinduer og dører, men selve klimaskallet bør også oppgraderes og tettes for at bygget skal nå dagens krav. Mye av den eldre bebyggelsen er murbygg av antikvarisk verdi der fasaden ikke kan endres, slik som NKIM. For å etterisolere en slik bygning må det benyttes innvendig isolering hvis man vil beholde den utvendige fasaden. Dette medfører en endring av kondenspunktet i konstruksjonen. For at dette ikke skal gi fuktdannelse i konstruksjonen settes det begrensninger til hvor mye isolasjon man kan tilføre, noe som gir begrensninger på hvor energieffektivt bygget kan bli. Her må man vurdere energibesparelsen i hvert enkelt tilfelle og vurdere hvorvidt tiltaket er lønnsomt eller ikke.

6.2.3 Regelverk og forskrifter

For at vi skal kunne fremme bærekraftige rehabiliteringsprosjekter, må de tiltakene som gjennomføres kunne tilpasses byggets premisser. For et rehabiliteringsprosjekt gjelder de samme krav og regler som for nybygg.

Kravene som stilles til energiforbruk i byggets levetid, er i mange sammenhenger de kravene som oppleves som mest utfordrende å tilfredsstille ved rehabilitering. Kravene fører til at det må gjøres store inngrep i bygningskroppen. Dette kan føre til tap av arkitektoniske kvaliteter og medføre bygningsfysiske endringer i konstruksjonen. Eksempelet ovenfor med innvendig etterisolering viser utfordringene med å balansere kravene til bygningsvern og energieffektivitet i forhold til billigste og beste tekniske løsning.

Dette fører til at rehabilitering ofte ikke blir gjennomført på en god nok måte, der det fokuseres lite på brukskvalitet, tilpasningsdyktighet og tilgjengelighet. Når bygget ikke er funksjonelt nok for sitt bruk, får man ikke utnyttet bygget i stor nok grad. Dette er lite tilfredsstillende for både brukere og eiere. Dårlig funksjonalitet i bygg, i kombinasjon med dårlige vedlikeholdsplaner, fører igjen til hyppigere behov for rehabilitering enn nødvendig.

6.3 Balansen mellom bærekraft og økonomi

«Mange regnestykker viser at det i dag er mer økonomisk lønnsomt å rive og bygge nytt, men dette avhenger av hva du inkluderer i regnestykket. Etter hvert som forståelsen for bærekraft vokser, vil faktorene i regnestykket endres.» (Grønn byggallianse, 2019)

Som nevnt innledningsvis står byggenæringen for 40 % av forbruket av materialressursene. Dette innebærer at ressursene brukes opp i en svimlende fart. Materialer som benyttes mye i prosjekter i dag, slik som betong og ulike metaller er relativt lave i pris, men er knyttet til store utslipp ved produksjon. Man kan tenke seg at når tilgangen på disse materialene blir mindre, vil kostnadene også øke.

Det jobbes i dag iherdig med å få på plass et system som stimulerer til ombruk og materialgjenvinning på byggeplass, men det er fortsatt mye som må på plass for at dette skal være så enkelt at næringen vil prioritere det. Frem til da kan man si at det vil være mest å spare på å la materialene bli værende på sin opprinnelige plass. Det forventes også at EU vil stille høyere krav til materialgjenvinning i fremtiden, noe som kan påvirke rivekostnadene.

Ved å anvende en sirkulær økonomi på byggeplass anses alle materialer som er bundet til et bygg som ressurser med en verdi. Grønn byggallianse mener flere må se på bygg som «materialbanker», der man ser verdien i bygningsdelene som kan brukes på nytt, gjenvinnes eller oppsirkuleres i nye produkter (Grønn byggallianse, 2019). Når et bygg rives, havner ofte disse byggevarene på deponi eller til energigjenvinning.

Når man kalkulerer et prosjekt, regnes det store risikokostnader for rehabilitering, noe som bunner ut i at rehabiliteringsprosjekter ofte byr på bygningsmessige overraskelser som igjen fører til utsettelse og ekstra kostnader. Nybygg har en mer forutsigbar pris, vil være enklere å prosjektere og kan gi mer energieffektive løsninger som fører til lavere energibruk. Det er her viktig å regne med hele utslippet knyttet til den totale levetiden til bygget. TEK setter i dag høye krav til energieffektivitet, men lite krav til utslipp knyttet til materialene. Dette kan være med å påvirke valget om å rehabilitere eller rive. Kan innføring av krav om enklere livsløpsanalyser og bruk av materialer med registrerte EPDer få flere til å velge rehabilitering? Interessen rundt klima øker og flere etterspør klimaregnskap i byggeprosjekter. Dette gjelder spesielt banker, utviklere, myndigheter og brukere. Så lenge klimaregnskapet for rehabilitering er bedre enn ved riving, vil dette kanskje gi bedre lånebetingelser, mer investeringsvilje og fremme salg og utleie.

I kostnadskalkylene for dette bygget ble det beregnet prisoverslag basert på tidligere prosjekter av samme omfang. Her ble det kalkulert pris for rehabilitering av eksisterende bygningsmasse, altså NKIM med tilbygg. Det ble også kalkulert pris for å rive og sette opp et nytt museum. Resultatene indikerer at det i dette prosjektet er billigere å rehabilitere det eksisterende bygget, fremfor å sette opp et nytt bygg. Dette går imot oppfatningen at det er mer lønnsomt å rive og bygge nytt fremfor å rehabilitere. Likevel er det som nevnt flere ganger mer risiko forbundet med rehabiliteringsprosjekter, noe som kan føre til lengre tidsbruk og økte kostnader.

6.4 Aktualitet

De siste 10 årene har fokuset rundt klimagassutslipp knyttet til menneskers forbruk blitt mer og mer aktuelt. Det er etablert en rekke retningslinjer og avtaler mellom land som skal sikre at alle arbeider mot å nå et felles klimamål. Lokalt blir det utarbeidet klimamål for kommunene, og man ser også her et økende engasjement for å gjøre noe med klimaendringene. Mest aktuell er Paris-avtalen som er en internasjonal avtale som ble trådte i kraft i 2016, avtalen skal sørge for at verdens land bidrar til å begrense klimaendringene. Dermed kommer spørsmålet om de ulike bransjene som står for store deler av klimagassutslipp bør kjenne på et samfunnsansvar. Er rehabilitering noe som bør implementeres og vektlegges i større grad? Og kan myndighetene og det offentlige bidra mer?

6.4.1 Samfunnsansvar

I 2030 vil hoveddelen av bygningsmassen i Trondheim allerede være bygget, og kommunenes egen eiendomsportefølje vil hovedsakelig bestå av eksisterende bygningsmasse der en stor andel trenger iverksettelse av tiltak for å bedre drift, vedlikehold og energibesparelse. Dermed har kommunen i klimaplanene kommet med følgende mål for egen virksomhet:

«Trondheim kommune skal arbeide for en klimanøytral eiendomsportefølje og utvikle helhetlige løsninger for bygg, energi og transport som bidrar til klimavennlig byutvikling»

«Gjennomføre pilotprosjekter og utvikle strategier og tiltak for å redusere klimafotavtrykket til kommunale anlegg og infrastruktur innen 2020.»

(Kommunedelplan, 2017).

Hvis kommunene kan sette krav til rehabilitering ved anbudsprosessen i prosjekter der det er gjennomførbart og klimagevinsten er stor, kan dette være de referanseprosjektene næringen trenger for å få en dytt i riktig retning.

På bakgrunn av Paris-avtalen og kommunens klimaplan kan man argumentere for at det offentlige har mulighet, makt og midler til å gå frem som et eksempel som fremmer rehabilitering i et lys av klimautfordringene vi står fremfor i dag. Byggenæringen mener også det offentlige har et visst ansvar til å fremme det (Bygg.no, 2015). For at det skal være enklere for flere å velge rehabilitering fremfor nybygg, må vi gi næringen flere referanseprosjekter som viser løsningene og gevinstene ved rehabiliteringsprosjekter. Mange store prosjekter i landet er drevet av offentlige byggherrer. Disse har mulighet til å sette tøffe klimakrav i anbudskonkurransen. I Trondheim har vi flere eksempler på dette, blant annet Åsveien skole og Heimdal videregående. Heimdal videregående skole i Trondheim, er en av de grønneste skolene i verden, noe som kommer av at kommunen har stilt de riktige kravene.

Vi kan stille oss spørsmålene

- Kan kommunene også stille krav om at en viss prosentandel skal rehabiliteres fremfor å rives?
- Har kommunene gjennom sin fremlagte klimaplan også en form for plikt til å gjennomføre dette?

De offentliges bidrag til referanseprosjekt kan være en god dytt i riktig retning for næringen og for andre utviklere. Samtidig er det flere utfordringer som gjør at rehabilitering blir nedprioritert. For å kunne premiere de som frivillig går foran som et godt eksempel, har Grønn Byggallianse sammen med Norsk eiendom stor tro på insentiver fra myndighetene (Grønn Byggallianse, 2015). Å gå frem som forbilde vil i mange tilfeller for byggherrer gi ekstrakostnader, da markedet ikke er modent nok for gjennomføringen. Slike ordninger kan da bidra til å finansiere hele eller deler av merkostnadene og kan ha stor påvirkning på prioriteringen til byggherrer.

I slike prosjekter kreves det også bruk av utradisjonelle, innovative løsninger. Ved saksbehandlingen kreves det da kunnskap og fleksibilitet på behandlingssiden. Forskriften baserer seg på gårdsdagens løsninger og er ikke tilpasset rehabilitering. Søknadsprosessen oppleves derfor som usikker og forvirrende, og prosjektene kan ofte ende opp med å bli både tidkrevende og kostnadsdrivende (Haug, Kjøs, 2015). Hvis en byggherre kan vise til et klimaregnskap med en utslippsreduksjon gjennom materialvalg, rehabilitering, gjenbruk,

avfallssortering eller lignende, kunne myndighetene gitt insentiver for å velge disse løsningene. Insentiver kunne her vært i form av prioritert byggesaksbehandling eller lavere eiendomsskatt.

I forbindelse med materialvalg er pris ofte den viktigste faktoren. Nyskapende, bærekraftige materialer er gjerne utviklet av mindre bedrifter med et ønske om å bidra og dette gjenspeiler prisen på materialene også. Ved at myndighetene kunne innført en støtte til valg av «riktige» og bærekraftige materialer kan det være med å bidra til at flere velger det, samtidig som de som produserer og utvikler nye løsninger for materialbruk får økt omsetning. Over tid kan dette være med å øke tilgangen og redusereprisene på slike materialer.

6.4.2 Tilrettelegger dagens regelverk for rehabilitering av eksisterende bygg?

Konsernsjef i Skanska sier under NHO-konferansen: «*Det legges vekt på nødvendigheten av å få på plass et regelverk som «stimulerer til gjenbruk», det er ikke nok lenger at man bygger energieffektive hus, selv plusshus. CO₂-avtrykket må også være lavt.*» (Bygg.no, 2020). Med dette utsagnet kan man tolke det slik at det må stilles krav til utslippet knyttet til hele byggeprosjektet i et livsløpsperspektiv. Dette gjelder både det å velge materialer som har lengre levetid ved nybygg og ha fokus på gjenbruk av de materialene som er tilgjengelig. Den beste måten å gjøre det på er ved å rehabilitere.

Dagens krav og regelverk oppleves å ikke som gunstige for utvikling av eksisterende bygninger. Mange av de tekniske kravene i TEK17 er vanskelig å oppnå, og vil kreve omfattende inngrep som kan gå på bekostning av byggets premisser. Flere peker på nødvendigheten av å endre regelverket slik at det er mer egnet for eksisterende bygninger. En løsning som dukker opp flere plasser er etablering av en Rehab-TEK. Dette ble foreslått av Kommunal- og moderniseringsdepartementet i 2012, men er lagt på is. En Rehab-TEK kan være med å forenkle rehabiliteringsarbeidet ved at det gis funksjonskrav og preaksepterte løsninger som er tilpasset ulike bygningstyper.

Byggeforskriften bør innføre krav om å dokumentere klimagassutslipp fra hele byggets livsløp, inklusive «materialbanken». Livsløpsanalyser er i dag ikke et krav i forskriften, men er noe prosjekter i regi av Statsbygg, Futurebuilt og BREAAAM har gjort lenge (Grønn byggallianse, 2015). Mye av grunnen til at det ikke er satt krav i dag er at analysemetodene ofte er for tidkrevende og kompliserte til at de gjennomføres. Utfordringen ligger i å kartlegge en god måte å stille krav på. Kravene må være enkle nok til at de kan og vil gjennomføres, men likevel er grundige og omfattende nok til at de gir god miljøgevinst. En

innføring av slike klimakrav i TEK, vil være med å fremme rehabilitering da analysene erfaringsmessig favoriserer nybygg fremfor rehabilitering. Her er det kanskje enklest å sette krav til materialer, hvor byggenæringen har mest å «hente». Krav om å benytte materialer med EPDer kan være en løsning her, noe som også vil bidra til at det blir enklere å gjennomføre livsløpsanalyser.

6.5 Bør NKIM rehabiliteres?

NKIM står ovenfor store byggetekniske utfordringer, hvor hovedproblemene er fukt, kuldebroer, fleksibilitet og tekniske installasjoner. Bygget krever en totalrehabilitering for å settes i stand til dagens standard. Institusjonen har lenge brukt mye tid og ressurser på å gjennomføre små midlertidige utbedringer ved bygget, men det har stadig dukket opp nye problemer. Kjelleren er per dags dato stengt av grunnet store fuktproblemer, men MIST sier at de nå ikke ser verdien i å gjøre utbedringer her før det er avklart hvilke planer som skal settes for videre bruk.

Museet er et bygg med høy antikvarisk verdi, men er per dags dato ikke fredet. Det har et spesielt uttrykk som blir sett på som et viktig bygg for byen og ble i sin tid sett på som et av Norges mest avanserte museum. Hvis man kan utvikle museumsbygget slik at det tilfredsstiller de kravene museet har som et moderne museumsbygg, vil det være av stor verdi å beholde bygningen.

Den enkleste løsningen vil være å rive og bygge nytt, da kan man enklere etablere de funksjonene museet ønsker, oppnå ønsket energieffektivitet og kvalitet på bygget. Ønsket om å rehabilitere må bli sett i sammenheng med bærekraftsperspektivet og byggets antikvariske verdi for å rettferdiggjøre rehabilitering. Den antikvariske verdien knytter seg spesielt til fasadene, noe som gir utfordringer ved oppgradering av klimaskallet. Ved analysen kommer det frem at det vil bli utfordrende å finne en løsning her. Innvendig etterisolering av murbygninger endrer kondenspunktet i ytterdelen av veggen og kan føre til manglende uttørking og frostsprengning.

Likevel er det mange utbedringer som kan gjøres for at bygget skal bli mer energieffektivt og mye som kan bevares. Etter analysen er det ikke avdekket noen synlige feil og mangler ved grunnkonstruksjonen og bæresystemet. Her er det store utslippsmengder å spare.

Klimaendringene krever at vi tar tak og i byggenæringen er vi avhengige av å finne løsninger for slike problemstillinger for å kunne redusere utslippene med 50% innen 2050. Gjennom analysen som er gjort ser det ut til at det vil være mulig å løse de andre store utfordringene

NKIM har, slik som fuktproblematikk, gjøre bygget mer fleksibelt og oppgradering av tekniske systemer. NKIMs problemer gjenspeiler mange av de typiske utfordringene som er knyttet til forfalne bygninger som trenger oppgradering. Her har man mulighet til å gå frem som et forbilde for næringen og bli et av de referanseprosjektene de så sårt trenger.¹

¹ Forslag til løsninger har ikke blitt forelagt og diskutert med NKIMs ledelse eller ansatte da museet ble stengt ned under koronatiltakene som ble iverksatt 12.03.2020.

7 Konklusjon

Ved utviklingen av oppgaven ble det utviklet to forskningsspørsmål som skulle gi utgangspunktet for oppgaven. Disse to spørsmålene var henholdsvis:

- Hvordan kan vi få byggenæringen til å prioritere rehabilitering fremfor nybygg
- Kan det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum rehabiliteres for fremtiden?

I denne konklusjonen vil vi prøve å svare på disse spørsmålene ved å ta utgangspunkt i funn og drøfting som er gjort i oppgaven.

7.1 Hvordan kan vi få byggenæringen til å prioritere rehabilitering fremfor nybygg?

For at det skal være aktuelt for byggenæringen å prioritere rehabilitering må det sees en lønnsomhet i det. Næringen er avhengig av at det er en økonomisk vinning i prosjektene for at den skal kunne utvikle seg og drives videre. For at rehabilitering skal prioriteres er det derfor viktig at det fremlegges gode referanseprosjekter som viser hvordan det er mulig å gjennomføre slike prosjekt. Offentlige byggherrer som har mulighet til å stille tøffe, ambisiøse klimakrav ved sine prosjekter og bør her gå frem som et forbilde og være med å utvikle pilotprosjekter for rehabilitering. Ved at det etableres flere relevante referanseprosjekter som inspirasjon, kan dette også hjelpe næringen med å finne gode tekniske løsninger knyttet til typiske problemer i rehabiliteringsprosjekter.

Det offentlige og myndigheter kan sette krav som gjør at næringen får et ønske, og i enkelte tilfeller blir nødt til å prioritere rehabilitering. Krav i TEK er for strenge ved tiltak på eksisterende bygg og det anbefales derfor at det etableres en egen forskrift for rehabilitering. Utviklingen av en slik forskrift vil sikre at byggherre velger riktige økonomiske, sosiale og miljømessige prioriteringer, noe som igjen vil sikre langsiktige bygg og mindre vedlikehold.

Det er avdekket at det er mye å spare på å bevare og gjenbruke bygningsmassen med tanke på klimagassutslipp. Ved å sette krav i TEK om at det gjennomføres klimaregnskap ved samtlige prosjekter, vil det i flere tilfeller gi bedre resultater for rehabilitering og være med å fremme det som alternativ. Ved at man kan vise til en redusert utslippsmengde kan det etableres støtteordninger til aktører som velger dette. Forslag til støtteordninger er:

- Enova-støtte til rehabiliteringsprosjekter
- Enova-støtte til ambisiøse pilotprosjekter som kan benyttes som referanseprosjekt
- Redusert byggesaksbehandlingstid
- Innovasjon rundt tekniske løsninger

7.2 Kan det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum rehabiliteres for fremtiden?

Etter den gjennomførte analysen og drøftingen om hvorvidt NKIM bør rehabiliteres konkluderes det med at dette lar seg gjøre. NKIMs utfordringer er typiske skader man finner i eldre bygningsmasse og det finnes i dag gode preaksepterte løsninger på store deler av disse problemene.

Behovene til museet som en moderne kulturinstitusjon er større enn det som kan realiseres innenfor rammene til den originale bygningskonstruksjonen. For at det skal være aktuelt å gjennomføre en rehabilitering må det derfor utvikles et tilbygg som knyttes til det originale museumsbygget. Gjennomført kostnads kalkyle viser at det er mer økonomisk gunstig å rehabiliterer med tilbygg, enn å bygge et nytt fullstendig museum på samme sted.

Ved en rehabilitering må bygget stripes helt ned til hovedkonstruksjonen for å få tilfredsstillende kvaliteter. Selv med så inngripende tiltak, er det mest bærekraftig å bevare konstruksjonen og rehabiliterer. Dette bekreftes av forskning fra SINTEF og gjennomført klimaregnskap.

Med grunnlag i ovennevnte konkluderes det med at NKIM kan rehabiliteres og at rehabilitering vil være det mest økonomiske og bærekraftige valget.

Referanseliste

Byggforskserien 700.601 (1996) *Rehabilitering av gamle bygårder.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/641/rehabilitering_av_gamle_bygaarder

(Hentet: 03.03.2020)

Byggforskserien 514.221 (2020) *Fuktsikring av konstruksjoner mot grunnen.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/248/fuktsikring_av_konstruksjoner_mot_grunnen

(Hentet: 20.04.2020)

Byggforskserien 523.002 (2008) *Yttervegger over terreng. Egenskaper og konstruksjonsprinsipper. Krav og anbefalinger.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/348/yttervegger_over_terreng_egenskaper_og_konstruksjonsprinsipper_krav_og_anbefalinger

(Hentet: 25.04.2020)

Byggforskserien 723.312 (2014) *Etterisolering av betongvegger.*

Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/678/etterisolering_av_betongvegger

(Hentet: 04.05.2020)

Byggforskserien 723.511 (2004). *Etterisolering av yttervegg av tre.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/679/etterisolering_av_yttervegger_av_tre

(Hentet: 28.03.2020)

Byggforskserien 723.314 (2014) *Etterisolering av murvegger.*

Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/4117/etterisolering_av_murvegger

(Hentet: 02.5.2020)

Byggforskserien 723.638 (2018) *Utskifting av vinduer.*

Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/680/utskifting_av_vinduer

(Hentet: 22.04.2020)

Byggforskserien 525.002 (2018) *Takformer, taktyper og oppbygging.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/381/takformer_taktyper_og_oppbygning

(Hentet 28.03.2020)

Byggforskserien 525.207 (2018) *Kompakte tak.*

Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/387/kompakte_tak

(Hentet 28.03.2020)

Byggforskserien 725.118 (2012) *Skader i kompakte tak, Årsaker og utbedringer.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/687/skader_i_kompakte_tak_aarsaker_og_utbedring

(Hentet: 28.03.2020)

Byggforskserien 700.110 (2010) *Byggskader. Oversikt.*

Tilgjengelig fra: <https://www.byggforsk.no/dokument/629/www.byggekostnad.no>

(Hentet 10.03.2020)

Byggforskserien 311.015 (2012) *Vann i by – håndtering av overvann i bebygde områder.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/2562/vann_i_by_haandtering_av_overvann_i_bebygde_omraader

(Hentet: 07.04.2020)

Byggforskserien 701.706 (2018) *Tiltak mot radon i eksisterende bygninger.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/648/tiltak_mot_radon_i_eksisterende_bygninger

(Hentet: 08.05.2020)

Byggforskserien 520.706 (2018) *Sikring mot radon ved nybygging.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/326/sikring_mot_radon_ved_nybygging

(Hentet: 08.05.2020)

Byggforskserien 721.112 (2006) *Eldre bygningsfundamenter og grunnmurer. Utbedringer og refundamentering.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/666/eldre_bygningsfundamenter_og_grunnmurer_utbedring_og_refundamentering

(Hentet: 15.03.20)

Byggforskserien 742.303 (2016) *Ettersyn av murte fasader*

Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/4154/ettersyn_av_murte_fasader

(Hentet: 20.03.2020)

Byggforskserien 523.702 (2018) *Innsetting av vindu i mur- og betongvegger.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/370/innsetting_av_vindu_i_mur_og_betongvegger

(Hentet: 17.04.2020)

Byggforskserien 725.403 (2005) *Etterisolering av tretak.*

Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/690/etterisolering_av_tretak

(Hentet: 28.03.2020)

Byggforskserien 379.320 (2002) *Plassbehov for føringsveier til tekniske installasjoner.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/3070/plassbehov_for_foeringsveier_til_tekniske_installasjoner

(Hentet: 05.05.2020)

Byggforskserien 521.011 (2005) *Valg av fundamentering og konstruksjoner mot grunnen.*

Tilgjengelig fra: <https://www.byggforsk.no/sok/2/byggforskserien?source=1&q=521.011>

(Hentet: 20.04.2020)

Byggforskserien 600.004 (2017) *Byggforvaltning. Begreper og definisjoner.*

Tilgjengelig fra:

https://www.byggforsk.no/dokument/607/byggforvaltning_begreper_og_definisjoner

(Hentet: 01.05.2020)

Byggforskserien 612.011 (1995) *Stilarter i arkitekturen etter 1945.*

Tilgjengelig fra: https://www.byggforsk.no/dokument/612/stilarter_i_arkitekturen_etter_1945

(Hentet: 05.05.2020)

MIST (2020) *Museene i Sør-Trøndelag – våre museer.*

Tilgjengelig fra: <https://mist.no/vare-museer>

(Hentet: 10.05.2020)

NKIM (2020) *Nordenfjeldske kunstindustrimuseums, om oss.*

Tilgjengelig fra: <https://nkim.no/om>

(Hentet: 10.05.2020)

Mulighetsstudie (2016) *Museene for kunst og design i Trondheim – En mulighetsstudie.*

Trondheim: MIST-arbeidsgruppe.

Tilgjengelig fra: Sharepoint – Gruppe 27

(Hentet: 20.01.2020)

Åstebøl, S. O. (2007) *Utforming av overvannsdammer.* (VA/Miljø-blad Nr. 75): Stiftelsen

VA/Miljø-blad. Tilgjengelig fra: http://www.va-blad.no/wpcontent/uploads/2014/11/Blad-75_09.11.08.pdf.

Solgaard, A. Bramslev, K. TH (2019) *Tenk deg om før du river.* (Tipshefte 1.utgave) Grønn byggallianse.

Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2019/11/Tenk-deg-om-f%C3%B8r-du-river.pdf>

(Hentet: 20.03.2020)

Berre, Nina: *Herman Krag* i *Norsk biografisk leksikon* på snl.no.

Tilgjengelig fra: https://nbl.snl.no/Herman_Krag

(Hentet: 15.05.2020)

Sagberg, I (2018) *Insentiver* i *Store norske leksikon* på snl.no.

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/insentiv>

(Hentet: 17.05.2020)

Olerud, Kåre: *Verdenskommisjonen for miljø og utvikling* i *Store norske leksikon* på snl.no.

Tilgjengelig fra: https://snl.no/Verdenskommisjonen_for_milj%C3%B8_og_utvikling

Nestaas, I. (2018) *Livsløpsanalyse* i *det store norske leksikon* på snl.no.

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/livsl%C3%B8psanalyse>

(Hentet: 02.05.2020)

Etasjeskiller (2019) *Store norske leksikon* på snl.no.

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/etasjeskiller>

(Hentet 02.05.2020)

Trondheim kommune (2017) *Kommunedelplan: energi og klima 2017-2030*. (5.Bygg og anlegg)

Tilgjengelig fra: <https://www.trondheim.kommune.no/globalassets/10-bilder-og-filer/10-byutvikling/miljoenheten/klima-og-energi/kommunedelplan-energi-og-klima130618.pdf>

(Hentet: 15.03.2020)

Olerud, Kåre; Lahn, Bård (2020) *CO2-ekvivalenter i Store norske leksikon* på snl.no.

Tilgjengelig fra: <https://snl.no/CO2-ekvivalenter>

(Hentet 16.05.2020)

Bygg.no (2019) «*Store muligheter i å transformere eksisterende bygg*»

Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1408987>

Kommunal- og regionaldepartementet (2012) Melding til stortinget 21. Regjeringen

Kampesæter, A; Bjørberg, S; Listerud, C (2010) *Levetider i praksis*

Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/andre-fagomrader/eiendomsforvaltning/Eksisterende-bygg-publikasjoner/Levetider-i-praksis/>

(Hentet 14.04.2020)

Standard.no (2017) *ISO 15686-7. Buildings and constructed assets — Service life planning — Part 7: Performance evaluation for feedback of service life data from practice*

Tilgjengelig fra:

<https://www.standard.no/nettbutikk/produktkatalogen/produktpresentasjon/?ProductID=915051>

(Hentet 20.03.2020)20

Byggordboka.no (2017) *Tiltak i eksisterende bygninger - begreper*

Tilgjengelig fra: <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/tiltak-i-eksisterende-bygninger-begreper>

(Hentet 13.04.2020)

Solem, B (2019) *Sett fokus på bærekraftige materialvalg*

Tilgjengelig fra: <https://www.futurebuilt.no/Blogg#!/Blogg/Sett-fokus-paa-baerekraftige-materialvalg>

(Hentet 10.04.2020)

Solberg, M (2016) *Betong står for 5 prosent av verdens CO2-utslipp. Slik skal forskerne lage en renere variant som varer lenger*

Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/betong-star-for-5-prosent-av-verdens-co2-utslipp-slik-skal-forskerne-lage-en-sterkere-og-renere-variant/347625>

(Hentet 16.02.2020)

Fuglseth, M (2017) *Rehabilitering av gamle hus gir klimagevinst*

Tilgjengelig fra: <https://www.asplanviak.no/aktuelt/2017/04/26/gamle-hus-kan-vaere-like-klimavennlige-som-nye-viser-rapport-fra-asplan-viak/>

(Hentet 12.04.2020)

Wiik, M (2020) *Norge bør satse på rehabilitering framfor nybygg*
Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/norge-bor-satse-pa-rehabilitering-framfor-nybygg/>
(Hentet 02.04.2020)

Sporstøl, E (2020) *Bærekraftig utvikling*
Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Tema/fattigdom/Baerekraftig-utvikling>
(Hentet 20.03.2020)

Fn.no (2020) Bærekraftmål nr. 12
Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal/Ansvarlig-forbruk-og-produksjon>
(Hentet 15.03.2020)

Nestaas, I (2018) *Livsløpsanalyse. I store norske leksikon.*
Tilgjengelig fra: <https://snl.no/livsl%C3%B8sanalyse>
(Hentet 15.04.2020)

EPD-norge.no (2020)
Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/tc-beslutninger/category365.html>
(Hentet 17.04.2020)

Flyen, C; Flyen, A; Seamawit, M (2018) *Verneverdige bygg kan bli en bærekraftig ressurs*
Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/siste-nytt/verneverdige-bygg-kan-bli-en-baerekraftig-ressurs/>
SSB.no (2018) *Genererte mengde avfall fra nybygging, rehabilitering og riving*
Tilgjengelig fra: www.ssb.no
(Hentet 05.05.2020)

Enova.no, (2020) *Introduksjon av ny teknologi i bygg og områder*
Tilgjengelig fra: <https://www.enova.no/bedrift/bygg-og-eiendom/introduksjon-av-ny-teknologi-i-bygg-og-omrader/>
(Hentet 10.04.2020)

Matusiak, B; Dagestad, B (2007) *Veilder for utforming av glassfasader*
Tilgjengelig fra: https://www.enova.no/upload_images/0ABDE891450341D6A07E480D5E17A917.pdf
(Hentet 23.04.2020)

Regjering.no (2020) *Norsk Kulturminnefond*
Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dep/kld/organisasjon/etater-virksomheter/Norsk-kulturminnefond/id597513/>
(Hentet 05.04.2020)

PBL (2019) *Lov om planlegging av byggesaksbehandling (PBL)*
Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
(Hentet 04.04.2020)

Hoelsbrekken, S (2015) *Tekniske krav om tiltak i eksisterende bygg*

Tilgjengelig fra: https://dibk.no/globalassets/eksisterende-bygg/veiledningsstoff/tekniske-krav-ved-tiltak-i-eksisterende-bygg_eksempelsamling_nkf.pdf
(Hentet 04.04.2020)

Bygg.no, (2015) *Krav til bærekraft i byggenæringen – nå*
Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1225030>
(Hentet 24.02.2020)

Bygg.no, (2020) *Vi må bygge mindre nytt og rehabilitere mer*
Tilgjengelig fra: <http://www.bygg.no/article/1419574>
(Hentet 25.02.2020)

Teknisk forskrift (2017) *Byggeteknisk forskrift, TEK17*
Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/byggereglene/byggeteknisk-forskrift-tek17/>
(Hentet 10.03.2020)

Grimsmo, E (2008) *Hvordan unngå prosjekteringsfeil, byggekostnadsprogrammet*
Tilgjengelig fra: <http://v1.prosjektnorge.no/files/pages/362/hvordan-unng-prosjekteringsfeil-original-040309.pdf>
(Hentet 09.04.2020)

Jaro.no (2020) *SDT-takelement*
Tilgjengelig fra: <http://www.jaro.no/sdt-takelementer.351442.no.html>
(Hentet 20.04.2020)

Statsbygg.no (2016) *NTNU Gunnerus gate 1. Rehabilitering*
Tilgjengelig fra: <https://www.statsbygg.no/Prosjekter-og-eiendommer/Byggeprosjekter/HiST-Gunnerus-gate-1/>
(Hentet 17.05.2020)

Ødegård, F (2019) «*Plattformisering gir nye forretningsmuligheter*»
Tilgjengelig fra: <https://www.regnskapnorge.no/faget/artikler/teknologi2/plattformisering/>
Hentet 16.05.2020)

Bjørheim, K (2018) «*Gjenbruk av byggematerialer er helt nødvendig for at vi skal nå klimamålene*»
Tilgjengelig fra: <https://www.tu.no/artikler/gjenbruk-av-byggematerialer-er-helt-nodvendig-for-at-vi-skal-na-klimamalene/447655>
(Hentet 16.05.2020)

Masteroppgaver benyttet med relevante tema:

Haug og Kjøs (2015) *Rehabilitering av eldre bygningsmasse med vernestatus*, NTNU

Nakstad og Engebakken (2019) *En undersøkelse av rehabilitering av ekisterende bygg i et bærekraftig perspektiv*, NTNU

Krøvel, (2015) *Miljøvennlig rehabilitering*, NTNU

Tofte (2010) *Bærekraftig materialvalg i landskapsarkitekturen; Fokus på tre*, NMBU

Thue (2014) *Bærekraftig rehabilitering av bygg med vernestatus*, NMBU

Vedlegg

- 1. Artikkel**
- 2. Skisseprosjekt**
- 3. Mailkorrespondanse – HENT**
- 4. Mailkorrespondanse – Byantikvaren**
- 5. Analysedata LCA**
- 6. Plakat**

-

REHABILITERING SOM NY BRANSJESTANDARD

- *Byggebransjen må henge med på den bærekraftige utviklingen. Pilotprosjekter innen rehabilitering må på plass.*

Det estimeres at ca 80% av den eksisterende bebyggelsen som finnes i dag vil være i bruk i 2050. Med bygningsdeler som ofte har en levetid på mellom 15-30 år betyr det at mye av denne bygningsmassen vil stå ovenfor et rehabiliteringsbehov. Slik bransjen er nå velges riving oftere enn rehabilitering. Hvordan kan man få eiendomsbransjen og byggebransjen til å prioritere rehabilitering?

Bærekraft gjennom rehabilitering

I denne oppgaven «Bærekraft gjennom rehabilitering – Et studie og skisseprosjekt av det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum» blir det sett på muligheten til hvordan man kan fremme rehabilitering slik at bransjen prioriterer dette foran å rive og bygge nytt. Byggesektoren står for 40% av dagens klimagassutslipp på verdensbasis, og hoveddelene av dette kommer fra produksjon av sement og betong samt deponering av avfall. For å redusere utslippene må vi finne nye løsninger til hvordan vi kan gjenbruke eksisterende bygningsmasse og gjøre den mer energieffektiv. For å kunne beholde en tilfredsstillende standard på denne bygningsmassen og fremdeles nå klimamålene, er det essensielt at rehabilitering blir en større del av bransjen.

NKIM- situasjonen i dag

Fremtiden til det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum har de siste årene vært oppe til diskusjon en rekke ganger. Grunnet fuktproblematikk, utdaterte tekniske løsninger og en ugunstig planløsning, er det delte meninger om det bør rives, eller rehabiliteres. For å undersøke mulighetene, utfordringene og relevansen av temaet i dagens samfunn, er det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum benyttet som eksempelprosjekt, der man ser på mulighet for at det kan rehabiliteres.

Hvordan kan vi få byggenæringen til å prioritere rehabilitering fremfor nybygg?

For at det skal være aktuelt for byggenæringen å prioritere rehabilitering må det sees en lønnsomhet i det. Sett fra et bærekraftig utviklingsperspektiv må man sette opp regnestykket annerledes.

«mange regnestykker viser at det i dag er mer økonomisk lønnsomt å rive å bygge nytt, men dette avhenger av hva du inkluderer i regnestykket. Etter hvert som forståelsen for bærekraft vokser, vil faktorene i regnestykket endres» (Grønn Byggallianse, 2019)

Bransjen må foreta en endring. Offentlige byggherrer som har mulighet til å stille tøffe, ambisiøse klimakrav ved sine prosjekter, bør her gå frem som et forbilde og være med å utvikle pilotprosjekter for rehabilitering. Ved at det etableres flere relevante referanseprosjekter som inspirasjon, kan dette også hjelpe næringen med å finne gode tekniske løsninger knyttet til typiske problemer i rehabiliteringsprosjekter. Det bør også settes krav i TEK om at det gjennomføres klimaregnskap ved samtlige prosjekter, ved at man kan vise til en redusert utslippsmengde kan det etableres støtteordninger til aktører som velger rehabilitering.



FIGUR 1: NKIM I TRONDHEIM, MUNKEGATA

Forslag til støtteordninger er:

- Enovastøtte til rehabiliteringsprosjekter
- Enovastøtte til ambisiøse pilotprosjekter som kan benyttes som referanseprosjekt
- Redusert byggesaksbehandlingstid
- Etablering av Rehab-TEK
- Innovasjon rundt tekniske løsninger

Kan det Nordenfjeldske Kunstindustrimuseum rehabiliteres or fremtiden?

Etter den gjennomførte analysen og drøftingen om hvorvidt NKIM bør rehabiliteres konkluderes det med at dette lar seg gjøre under visse forutsetninger. Behovet til museet er større enn det det eksisterende bygget kan gi i dag, og for at det da skal være aktuelt å gjennomføre en rehabilitering må det derfor utvikles et tilbygg. Utfordringene på eksisterende bebyggelse fraviker ikke fra typiske skader man finner i eldre bygningsmasse, og det finnes dermed gode preaksepterte løsninger på de fleste byggetekniske utfordringene.

NKIM som referanseprosjekt

Ved rehabilitering av NKIM, der det etableres et tilbygg, vil man gi bransjen et etterlengtet referanseprosjekt. Kommunen får muligheten til å gå foran som et godt eksempel, og bidra til en positiv utvikling når det kommer til prioritering av rehabilitering.

For at bransjen skal utvikle seg må man prøve seg frem. Stat og kommune kan vektlegge rehabiliteringsprosjekter, med støtteordninger og innovasjon, slik at rehabilitering blir en del av den nye bransjestandarden i tråd med bærekraftig utvikling.



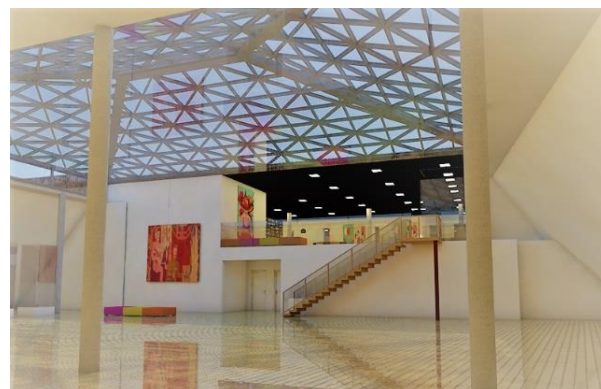
FIGUR 3: NKIM MED DET NYE TILBYGGET I BAKGÅRDEN



FIGUR 2: TILBYGGET SETT FRA ERLING SKAKKES GATE



FIGUR 4: NYE KAFE I EKSISTERENDE BEBYGGELSE



FIGUR 5: NYTT UTSTILLINGSAREAL MED GLASSTAK



Nordenfjeldske kunstindustrimuseum

Skisseprosjekt
2020



«Nordenfjeldske Kunstindustrimuseum er et nasjonalt museum med ansvar for å samle, forvalte og formidle kunsthåndverk og design. Vårt ansvar synliggjøres i møte med publikum, som skal gå ut herfra en god opplevelse og en interessant tanke rikere»

MUSEETS SAMFUNNSROLLE

Det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum ble oppsatt i 1968, og er tegnet av arkitekt Herman Krag. Bygget har et karakteristisk og spennende uttrykk med fasade av tegl og store vindusflater. Museet befinner seg i hjertet av Trondheim sentrum, blant flere kulturattraksjoner.

NKIM beskriver sin oppgave slik:

«Nordenfjeldske kunstindustrimuseum er et nasjonalt museum med ansvar for å samle, forvalte og formidle kunsthåndverk og design. Vårt ansvar synliggjøres i møte med publikum, som skal gå ut herfra en god opplevelse og en tanke rikere»

Museet ønsker å legge til rette for å være et sted for å formidle kunst og design, samtidig som de har en rolle som samlende og integrerende i samfunnet. Som en inkluderende kulturinstitusjon, er de avhengig av å utvikle et fleksibelt museum som er tilpasset alle grupper mennesker. For å kunne tilby dette må bygget utvikles slik at det blir mulighet til å arrangere konferanser, forelesninger, kulturarrangementer, lesegrupper og møteplasser for ulike grupper mennesker.

Byggets fleksibilitet i dag begrenser mulighetene til museet, herunder utstillingsmuligheter, publikumsopplevelser, arbeidsforhold og universell utforming. Det stilles i dag krav til at kulturbygg skal være universelt utformet. Dagens situasjon er ikke optimal, og begrenser også tilbudet museet har evne til å gi. De har blant annet et stort ønske om å kunne tilby «special-guest» programmer, som skal gi mennesker som føler på ensomhet og utenforskap økt livskvalitet.

Det er i dag svært omdiskutert hvorvidt NKIM og Kunstmuseet skal beholde sin plassering i Midtbyen. Flere planforslag for nye lokasjoner er lagt frem, her er blant annet Leuthenhaven og Nyhavna diskutert. Det må vurderes hvilken posisjon museene får hvis de flyttes ut av sentrum, og hvilken påvirkning det vil ha på næring og handel i området. Hvis alt av kulturinstitusjoner og severdigheter flyttes ut av byen vil dette kunne få store konsekvenser. Kan man heller utvikle institusjonene til å kunne tilby mer enn bare utstillinger og ved å for eksempel etablere kafé og lokaler for andre typer arrangementer.



TRE FOKUSOMRÅDER

BEVARING



INKLUDERENDE BYLIV



IDENTITET



SITUASJON

AKTUELLE PLANER

I kommuneplanens arealdel ligger Midtbyen i en hensynssone for kulturmiljø og kulturlandskap. Avsnittet «Byform og kulturmiljø» har en rekke bestemmelser for å ivareta steds karakter, helhetlig utforming, gode byrom og tilpassing til omgivelsene.

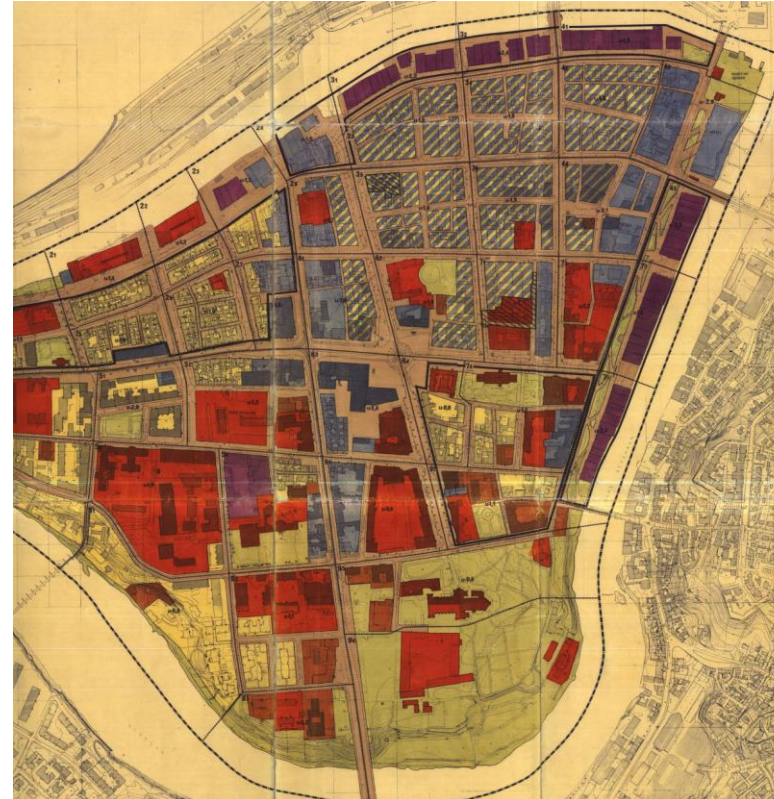
Den gjeldende reguleringsplanen for området er Midtbyplanen som ble utgitt i 1981.

Formålet med reguleringsplanen og de tilhørende reguleringsbestemmelser er:

- *Å sikre en gradvis fornyelse av bebyggelsen, som bevarer og videreutvikler Midtbyens særpreg og helhetsmiljø. Det er spesielt viktig å beholde Trondheims karakter som treby.*
- *Å holde utnyttelsesgraden for Midtbyen på nåværende nivå.*
- *Å legge forholdene til rette for at næringslivet og dets arbeidsplasser i Midtbyen kan opprettholdes.*
- *Å legge forholdene til rette for en økning av antall bosatte i Midtbyen.*
- *Å bedre trafikkforholdene og legge forholdene til rette for en trafikkteknisk prioritering av kollektivtrafikken i Midtbyen.*

Midtbyplanen fra 1981 definerer maks 4 etg og ikke over 14 meters bygningshøyde. Planen har så store begrensninger at rådende praksis nærmest har blitt dispensasjon fra regulering.

En gjennomgang av nasjonale, regionale og kommunale retningslinjer for sentrumsutvikling kan oppsummeres slik: En attraktiv og tilgjengelig Midtby, med gode forhold for næringsliv, beboere og besøkende, med god arealutnyttning og et godt bevart bygningsmiljø, er strategisk viktig for både byen og regionen



TEGNFORKLARING

1. BYGGEOMRÅDER	
	BOLIGER
	BOLIG, FORRETNING, KONTOR
	FORRETNINGER, KONTOR
	LAGER, ENGRØS, FORRETNING, KONTOR
	OFFENTLIGE BYGNINGER
	ALMENNUTTTIG FORMÅL
2. LANDBRUKSOMRÅDER	
3. TRAFIKKOMRÅDER	
	KJØREVEG, GANGVEG, PARKERING
4. FRIOMRÅDER	
	PARKER, TURVEGER, ANLEGG FOR LEIK OG SPORT
5. FAREOMRÅDER	
6. SPESIALOMRÅDER	
	BEVARINGSOMRÅDE
STREKSMBOLER M.V.	
	reguleringsgrense
	byggesgrense / byggesgrense innen kvartal
	kvartalsgrense
	kvartalsnummer
	INNHATT PÅ STREKKESTREK, SPESIALBESTEMMELSE

ANTIKVARISK VERDI

Trondheim er en by med stor tidsdybde og er både mangfoldig og sammensatt. Det som for mange er karakteristisk for byen er det store landskapsrommet, katedralen og elva. Bybilde er preget av åpne vide siktrom med grønne åssider mot øst og vest, åpenhet mot fjord og fjell.

Som vi ser av kartet er mye av bebyggelsen i sentrumsområdet av antikvarisk verdi. NKIM har slik det står i dag ha antikvarisk verdi.

Fra kommuneplanens arealdel gjelder; § 10.2 «*Bebyggelse merert som antikvarisk verdifull i klasse A, B eller C skal søkes bevart. Takform, fasader, vinduer og dører, materialbruk og farger skal søkes opprettholdt for å bevare bygningers og anleggs karakter*».

Fra plan- og bygningsloven gjelder: § 31-1 «*Ved endring av eksisterende byggverk, oppussing og rehabilitering skal kommunen se til at historisk, arkitektonisk eller annen kulturell verdi som knytter seg til et byggersk ytre, så vidt mulig blir bevart. § 29-2 (Visuelle kvaliteter) gjelder tilsvarende*».

Bebyggelsen i Munkegata og i Erling Skakkes gate har mye av den samme utformingen som NKIM i dag. Selv om bebyggelsen i hovedsak består av tre- og murhusbebyggelse har høyde og takutforming fellestrekk. Gullsmed Møller som ligger i tilknytning til museet i dag har høy antikvarisk verdi (klasse B), og kan som følge av dette ikke endres Murfløyen bak NKIM og Gullsmed Møller har også antikvarisk verdi (klasse C). Byantikvarens utgangspunkt er at alle klassifiserte bygg skal bevares, men at man eventuelt kan se på muligheter for riving av murfløyen.

Byantikvaren sier videre: «*Når det gjelder byggets utforming og takkonstruksjon kan dere gjøre vurderinger også her. Dette vil trolig bli et tema, dersom man ender opp med at museet bevares. En arkitektonisk og kulturhistorisk vurdering i akkurat dette tilfeller kan være at opplevelsen av takflaten sett fra gatene er viktigere enn selve konstruksjonen*».



OMRÅDE OG BYGNINGSMILJØ

Midtbyens særpreg er sterkt knyttet til gatestrukturen og Cicignons barokke byplan med de rette, brede gatene med åpen fond. Byggelinjene for byplanen har blitt fulgt helt siden 1681, med de smale veitene i kontrast til de brede gatene.

Munkegata som NKIM ligger i og Torvet sees på som spesielt viktige byrom. De understreker Nidarosdomen og er de mest markante barokke elementene i byplanen.

Det er en omdiskutert prosess hvorvidt NKIM etableres et annet sted. Enten ved samlokalisering med Kunstmuseet eller ved å flytte museet ut av midtbyen. Ved å utvikle NKIM til å inneha flere tilbud enn det de har mulighet til i dag, kan dette være med å trekke flere til Midtbyen, som i dag sliter med å trekke nok folk til å opprettholde næringen.



SITUASJONSPLAN

Det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum er plassert midt i hjertet av Trondheim. I krysset mellom Munkegata og Erling Skakkes gate, to trafikkerte gater som binder bydelene sammen. Munkegata fra sør til nord og Erling Skakkes gate fra øst til vest.

Området rundt byr på flere kulturskatter, slik som Nidarosdomen, Trondheim Kunstmuseum og museet i Erkebispegården, alle med en radius på under 150 m. Sammen danner dette en stor attraksjon for den kulturbevisste sjel. Plasseringen gir utgangspunkt for å være et stort bidrag til sentrum om det utvikles på riktig måte.

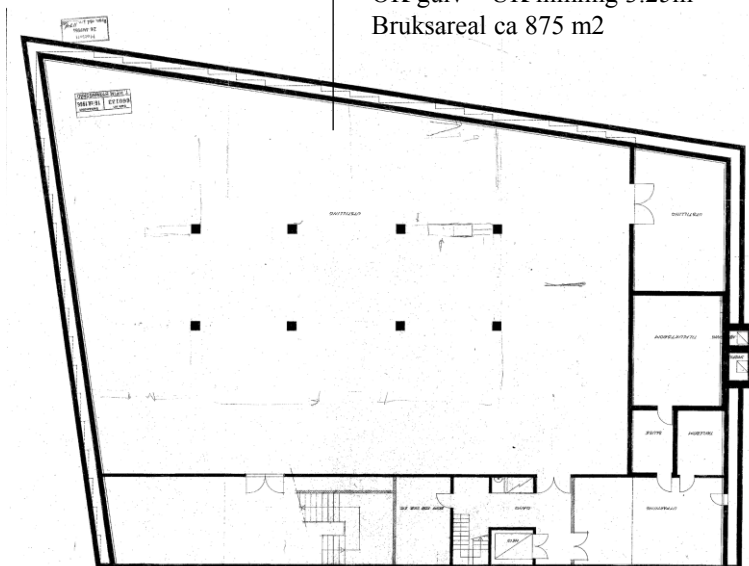
Det er ingen knutepunkt for kollektivtrafikk i de tilstøtende gatene, men det er gode forbindelser til alle bydeler ved Trondheim Torg. Museet har ingen egne parkeringsplasser for publikum, men det er per dags dato offentlig parkering langs hele Munkegata og Erling Skakkes gate. Det kan sees på mulighet for å etablere HC-parkeringer her. På østsiden av bygget er det tilkomst for varelevering og eventuelt brann og redning.

Prosjektforslaget som fremlegges i dette skisseprosjektet forholder seg til gjeldende reguleringsplan mht. antall etasjer over bakkeplan og maks gesimshøyde på 14 meter.

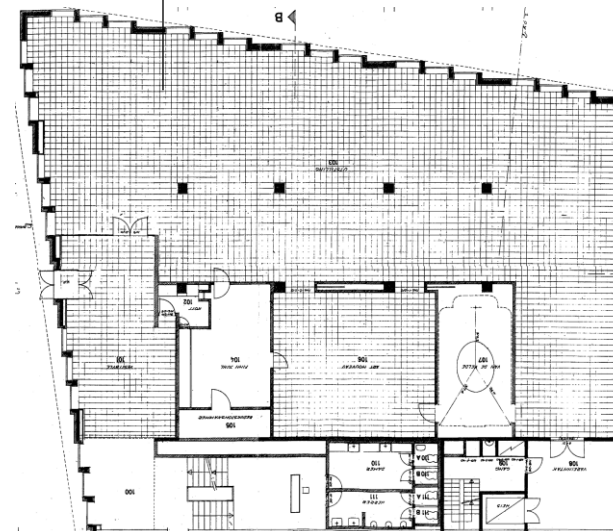


DAGENS PLANER

OK gulv c+8.35
OK gulv – UK himling 3.25m
Bruksareal ca 875 m²

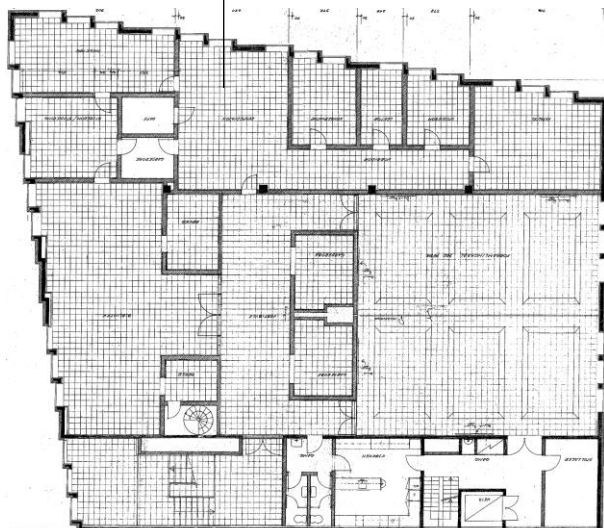


OK gulv c+12.50
OK gulv – UK himling 3.25m
Bruksareal ca 760 m²

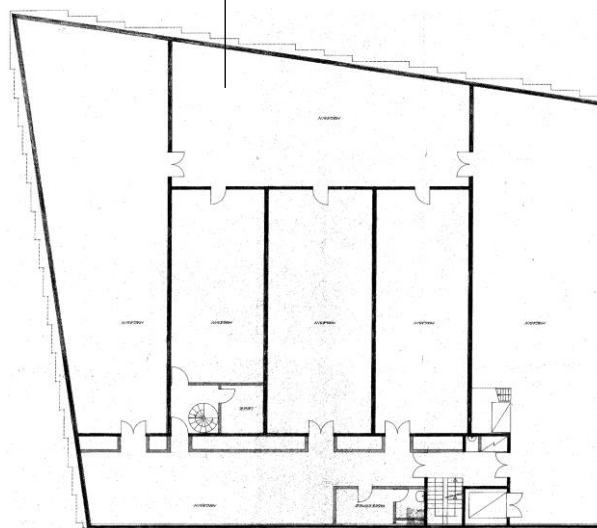


DAGENS PLANER

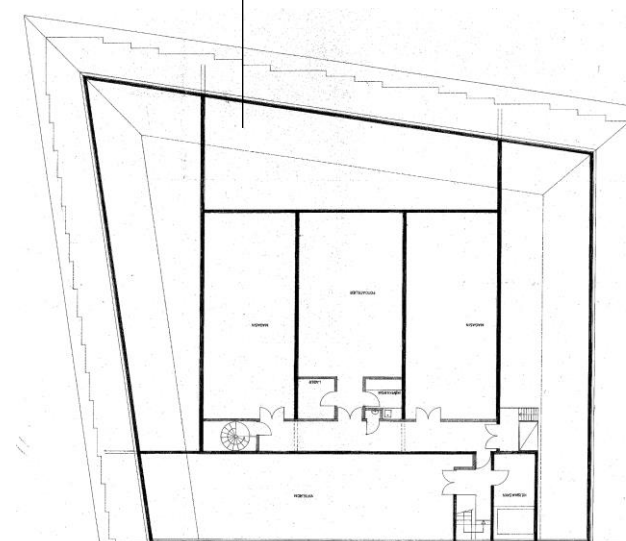
OK gulv c+16.65
OK gulv – UK himling 3.10m
Bruksareal ca 760 m²



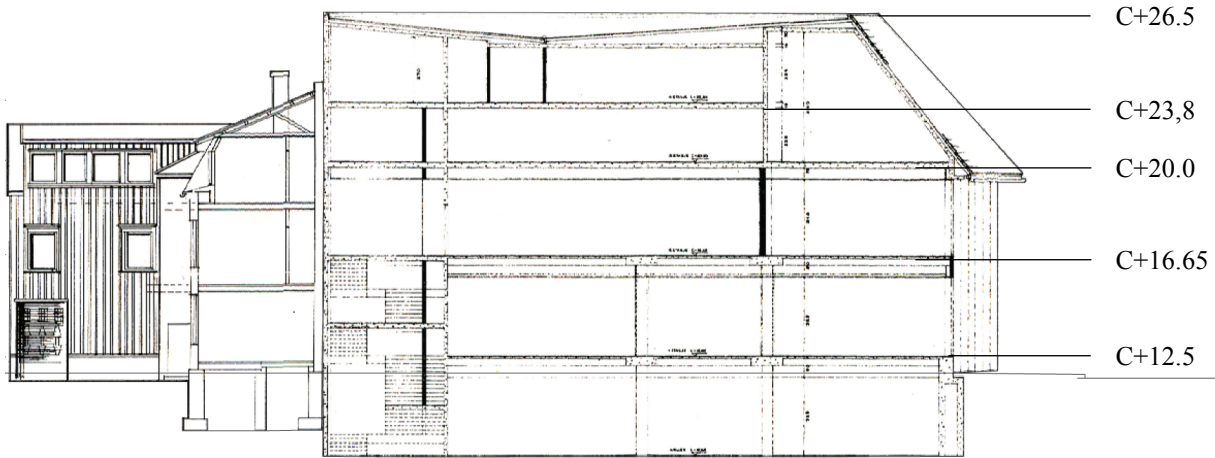
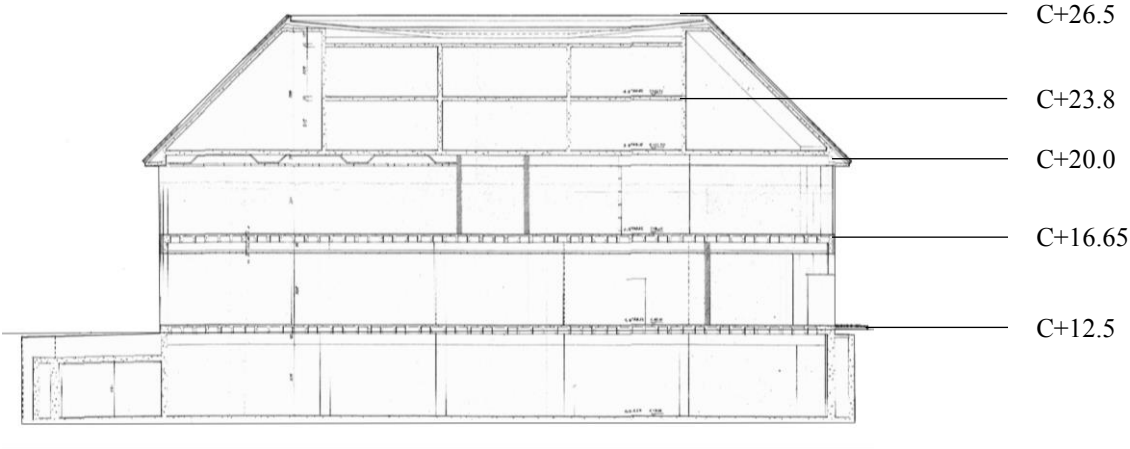
OK gulv c+20.20
OK gulv – UK himling 2.25m
Bruksareal ca 654 m²



OK gulv c+22.94
OK gulv – UK himling 2.25m
Bruksareal ca 512 m²



DAGENS SNITT



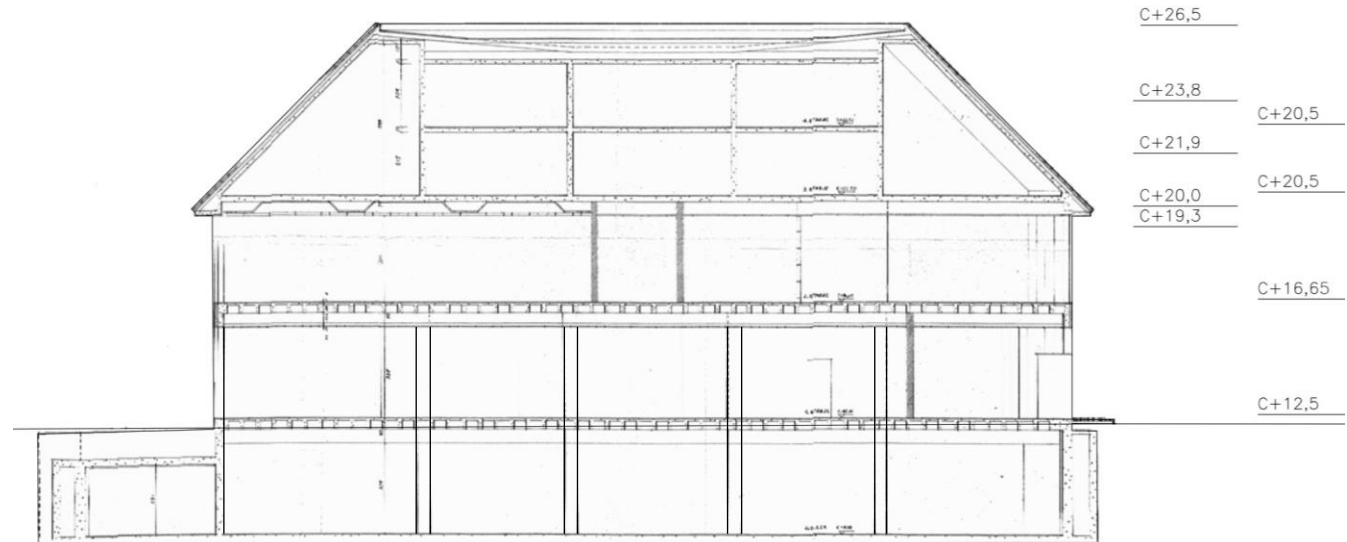
ARKITEKTONISK KONSEPT

HOVEDELEMENTENE

NKIM sto ferdig i 1968. Byggeskikken i denne tidsperioden var svært preget av at det ble utviklet nye produksjonsmåter, bygningmaterialer og teknikker som gjorde det mulig å skape nye former på bygg og deres fasader. Spesielt var det betongteknologien som var under utvikling her. Som et resultat av dette ble det reist en rekke bygg, der konstruksjonen var prioritert, noe som har gitt svært solide konstruksjoner.

NKIM er her ikke noe unntak, hovedkonstruksjonen består av yttervegger i betong, betongsøyler og forspente betongdekker. Det er i dag ikke avdekket noen synlige skader og er derfor et godt utgangspunkt for bevaring. Utformingen er enkel og det kan enkelt videreføres enkle bærende elementer om det er behov for det. Dekkene som består av SDT-dekker er forspente elementer, her må man være påpasselig ved eventuell hulltaking, slik at det ikke kappes noen armeringstråder.

Søylene i bygget går opp til 2 etasje, videre består konstruksjonen av bærende innervegger i betong. Her er det muligheter for å åpne opp og videreføre søylene om man ønsker en annen planløsning enn det som er gitt.



BEVARING

Det er ikke like lett å bevare noe unikt, fremfor å bygge noe nytt og generisk. Når det involveres eldre bygningsmasse i prosjekter byr dette på nye utfordringer, og i rehabiliteringsprosjekter gjerne unike utfordringer som det er manglende kompetanse på. Det er potensiale i næringen for å utvikle kunnskap om tradisjonelle byggeteknikker, og å øke forståelsen for hvordan man kan forlenge levetid og øke bruksverdien til eldre bygg. For å utvikle denne kompetansen er vi avhengige av rehabiliteringsprosjekter, gjerne med fokus på å bevare mest mulig.

Eldre bygg har ofte en høyere materialstandard, og en høyere arkitektonisk kvalitet enn mye av det nye som bygges og ved å bevare bygninger med antikvarisk verdi vil det bidra med mye til samfunnet.

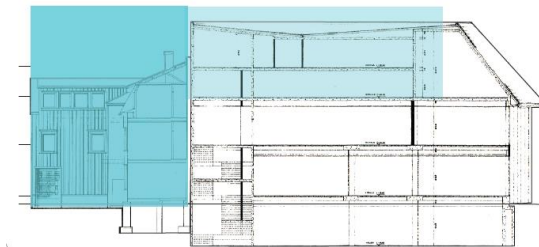
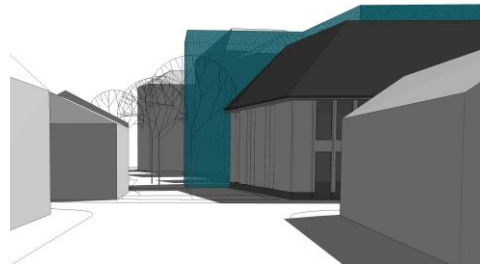
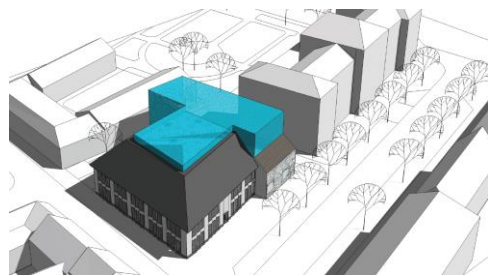
I Trondheims klimaplan står det følgende: *«Trondheim kommune skal arbeide for en klimanøytral eiendomsportefølje og utvikle helhetlige løsninger for bygg, energi og transport som bidrar til klimavennlig byutvikling.»* Hvis det i større grad prioriteres bevaring av konstruksjoner kan dette være med å bidra til å senke utslippene i byggesektoren. Her kan kommunen gå frem som et godt eksempel og sette høyere krav til rehabilitering og gjenbruk av materialer ved anbudsprosessen

De største utslippene knyttet til nybygg er materialproduksjon og transport og ved å bevare grunnkonstruksjoner og bæresystem viser det seg at man kan minimere utslippene med ca 64 %, i følge en rapport SINTEF har utviklet. Grunnkonstruksjonen til NKIM er robust og består av solide hovedelementer, som er et godt utgangspunkt for bevaring.

NKIM har et spennende uttrykk som tilbyr mye til omgivelsene rundt, hvis man utvikler området til å bli enda mer inkluderende vil det kunne tilby mye til Trondheims kulturliv.



ARKITEKTONISK KONSEPT



SNITT MED ANTYPDEDE ETASJER.
PLAN KJELLER, 1, 2 OG 3 LIGGER PÅ SAMME NIVÅ SOM NKIM.
ETASJEHØYDE PÅ PLAN 3:
5 M (GESIMS 14 M)
6 M (GESIMS 15 M) - TILLATER MESSANIN

Det er tatt utgangspunkt i et konsept av Kristin Jamsruds Arkitekter som ble lagt frem i 2008. Her ble det lagt frem 13 ulike forslag til hvordan NKIM kunne utvikles. Det valgte konseptet er enkelt og gir rom for mange muligheter.

NYTT FOTAVTRYKK



INSPIRASJON

KILDE

Det er hentet mye inspirasjon fra Edith Lundebrække som er kjent for mange offentlige fasader og vegguttrykk på flere offentlige bygg. Mange av Norges fremste kunstinstitusjoner har kjøpt hennes arbeid, og hun har fått særlig oppmerksomhet for sine arbeider med trerelieffer, der opplevelsen av farge og form endres i henhold til betrakterens bevegelse. Mye av de samme fargene og uttrykket er å kjenne igjen når man besøker dagens NKIM. I dette forslaget er det forsøkt å få de samme fargekontrastene og spillet som Edith lager i sine verk.

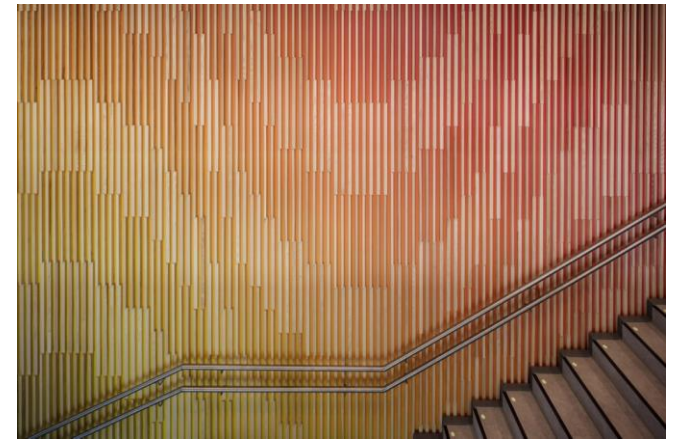
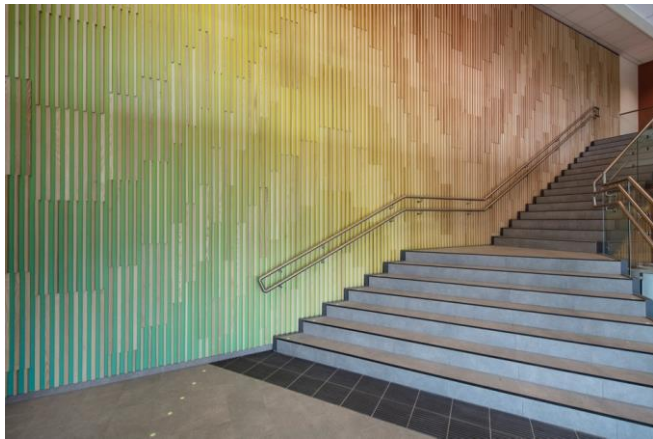
Arendal Politistasjon, 2016



Edith Lundebrække

INSPIRASJON

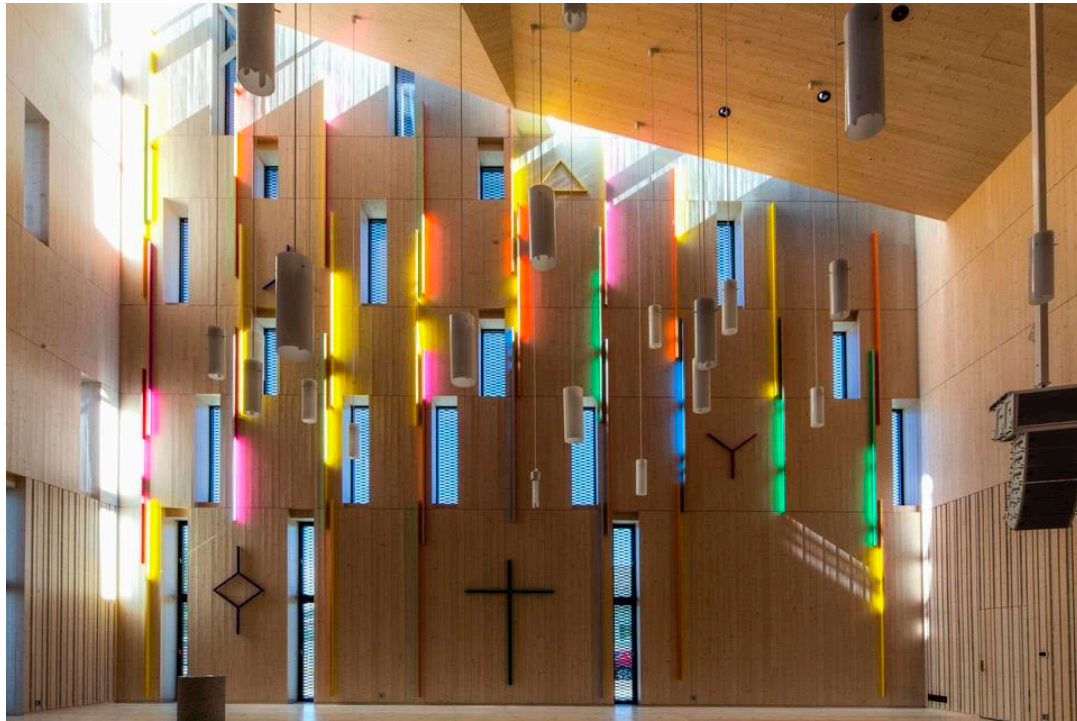
"BØLGE" Røahjemmet, Oslo, 2017, Foto Trond Isaksen



Edith Lundebrekke

INSPIRASJON

Stjørdal Kirke, 2015, Foto Odd Rune Wang



Edith Lundebrekke

INSPIRASJON

Trondhiem Brannstasjon, 2015



Edith Lundebrekke

INSPIRASJON

«Fargerom», Separatutstilling Nordenfjeldske Kunstindustrimuseum, 2016, Foto: Anne Line Bakken



Edith Lundebrekke

BYGGETS ORGANISERING

ORGANISERINGSPRINSIPP

FUNKSJONSFORDELING

Kjeller: Magasin, teknisk rom, garderober for ansatte og publikum, foredragssaler

1.ETG: Butikk, kafé, konferanserom, formidlingsrom, varemottak og verksted, utstillingsarealer.

2.ETG: Kontor og møterom for de ansatte, utstillingareal.

3.ETG: Utstillingsareal

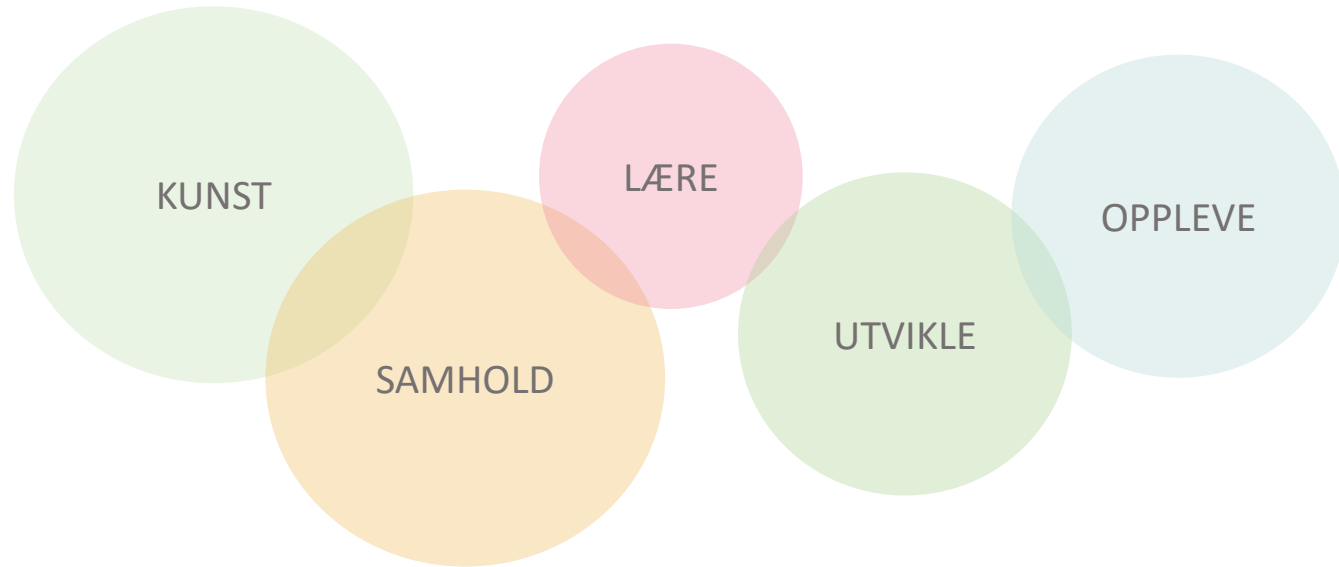
4.ETG: Lesesal og bibliotek.

PERSON- OG VAREFLYT

Ansatte: Vil ha atkomst på baksiden av bygget. Her har de tilgang til kjeller og alle etasjer via trapp i den sørøstlige delen av bygget. Det er etablert en egen kontorsone i 2.ETG i den nye delen av bygget. Kaféansatte vil ha tilgang via egen inngang i den nordvestlige delen av bygget, dette da denne delen vil kunne ha egne åpningstider utover museets.

Publikum: Vil ha atkomst via hovedinngangen mot Munkegata hvor de bringes inn i museumsbutikken og resepsjonsområdet. Her har de tilgang til museet eller til den uavhengige kaféen. Ganglinjene for museumsbesøkende er enkle å følge herfra.

Drift: Varemottak er plassert ved den østlige delen av bygget. Her er det lett tilgjengelig med mottak av kunstverk i tilknytning til verksted og vareheis.



DAGSLYS OG ROMPLASSERINGSPRINSIPP

Byggets fasader består av mye glasspartier, både eksisterende bygg og det nye tilbygget. For å bevare byggets utforming er det utviklet en ny planløsning som sikrer at dette dagslyset ikke påvirker kunsten.

I 1. etg er det tiltenkt kafé, konferanse og butikk i de lysfylte arealene mot nord og vest.

Kontorarbeidsplasser er plassert i 2. etg og er lagt mot fasade med rikt dagslysinnslipp. I utstillingsområdet i denne etasjen er det lagt inn en lysgang langs hele fasadelinjen. Denne vil alene være en opplevelse samtidig som det skjermer for direkte dagslysinnslipp på kunst som ikke tåler dette.

I 3. etg er det kun utstillingsarealer. I gamle NKIM er det åpnet opp helt til taket, og lagt inn et glasstak som sikrer et godt overlys, her er det opp mot 6.6 m under taket.

4. Etg er en halvetasje med åpning ned mot 3 etasje. Store, geometriske vinduer gir godt dagslys og skaper et spennende rom for lesing og konsentrasjon.

Magasin, garderobe, forelesningssaler osv er

UNIVERSELL UTFORMING

Begrepet universell utforming innebærer at de omgivelsene vi lager skal være inkluderende og likeverdige. Dette er vektlagt ved prosjekteringen av NKIM. Mange av de viktigste føringene for universell utforming legges tidlig i prosjekteringsfasen og det er forsøkt å legge til rette for de viktigste prinsippene.

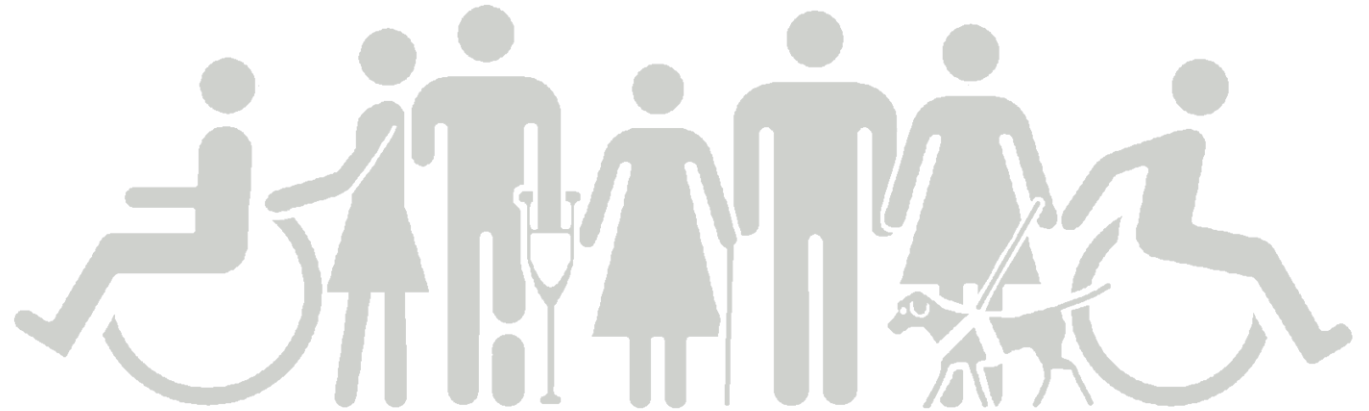
I skisseprosjektet er det på overordnet nivå tatt hensyn til tilgjengelighet, dimensjonering av rom, planfrihet, avstander og plass foran funksjoner. Det er ikke tatt hensyn til parkeringsmuligheter da det ikke tilgjengelig på tomten.

Orienterbarhet:

- Enkel, lesbar og logisk bygningsstruktur
- Informasjon og skranke er lett å se fra hovedinngang
- Gjenkjennelig plassering av gjentakende funksjoner, slik som toaletter, innganger, heis, trapper osv

Sirkulasjon:

- Trinnfrihet til alle publikums- og ansattefunksjoner med krav i TEK 17
- Tilstrekkelig tilgang på funksjoner (HWC)
- Avstander mellom funksjoner som gir oversiktlige rom
- Areal for bruk og betjening av rom og funksjoner der hensynet til nedsatt bevegelsesevne er ivaretatt.



PLANER – KJELLER

FUNKSJONER PÅ PLANET

Magasin, publikumsgarderober, ansattgarderober og forelesning/ foredragsarealer

GARDEROBER

Publikum får direkte tilgang til garderober når de kommer ned trappen fra vestibylen. Her er det tilgang på dame-, herre- og handicaptoaletter.

Ansatte ankommer via den østlige inngangen på baksiden av bygget og kan via trapp ta seg direkte til garderobeområdet. Her er det tiltenkt to garderober, henholdsvis dame og herre med tilgang på toalett og dusj.

MAGASINER

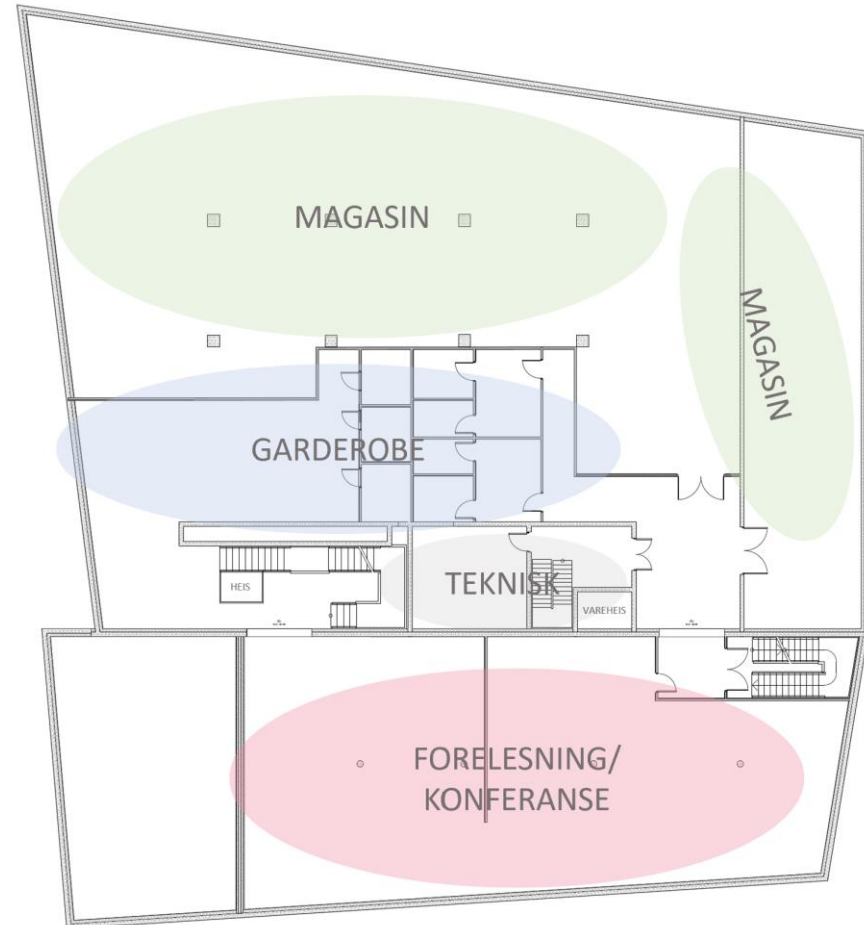
Museet har en stor samling av kunst, store deler av kjelleretasjen er derfor tiltenkt lagring. Her blir det tilgang på 600 m². Området er foreløpig beholdt relativt åpent, men her kan det sees på muligheter for å dele inn i ulike soner. Noe kunst har behov for lagring under bestemte forhold, slik som temperatur og lys. Det er tatt forbehold om at noe lagring må flyttes ut av bygget til et eksternt lager.

TEKNISK

Det er tiltenkt et teknisk rom i kjeller for EI-teknikk (trafo og hovedtavle) og VVS. Teknisk rom kan nås via trapp/ vareheis. Fra teknisk rom vil det gå sjakter opp langs bygget. Det tekniske rommet er taktisk plassert mellom eksisterende bygg og tilbygg.

FORELESNING- OG KONFERANSEROM

Til venstre når man kommer ned trappen kommer man inn til to adskilte arealer som er tiltenkt forelesning/ konferanserom. Rominndelingen her er relativt åpen, slik at det kan tilpasses behovet og stenges/ åpnes etter den tiltenkte aktiviteten.



PLANER – 1.ETG

FUNKSJONER PÅ PLANET

Butikk, kafé, konferanserom, verksted, utstilling og formidlingsrom

VESTIBYLEN

Publikum kommer inn hovedinngangen til et stort åpent velkomstområde. Her vil det være informasjon, resepsjon, kunstbutikk, virkleareal og god oversikt til de ulike tilbudene NKIM har. I vestibylen er det etablert et rom i midten, dette kan benyttes som formidlingsrom eller annet museet kunne ønsket. Dette rommet kan også benyttes som prosjektrum for de ansatte ved at det etableres en dør via verkstedet. I det åpne området er det plassert WC og HWC som er lett tilgjengelig for alle grupper. Det er i tillegg satt opp et lite lager på 27 m2 som er tiltenkt butikken.

KAFÉ

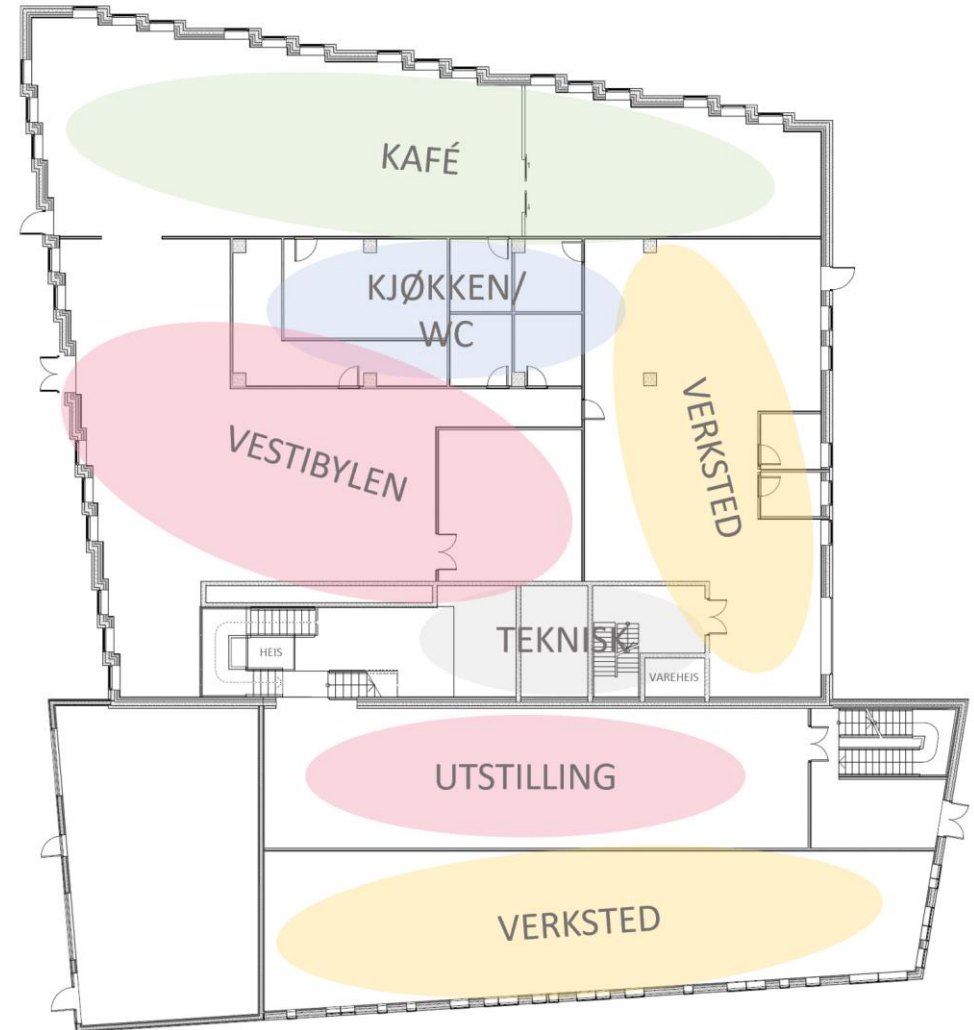
Museet har et ønske om å kunne tilby publikum et sted for å kunne «ta inn» og diskutere kunsten de har opplevd samtidig som at de har behov for å trekke nytt publikum til seg. Det er derfor etablert en kafé som kan være uavhengig, men likevel i tilknytning til museet. Kaféen har egen inngang i tillegg til åpning fra vestibylen. Innenfor er det et eget rom som kan benyttes til lukkede arrangementer, dette rommet skal det være mulig å åpne opp for å lage en større kafé/ restaurantområde om det er ønskelig. Det er satt opp kjøkken og to toaletter kun for kaféen også.

VERKSTED

Det utvikles stadig nye løsninger og idéer for utstillingene av de ansatte. Det er derfor et stort behov for et verkstedareal for driftsavdelingen og de ansatte som utvikler kunsten. I tilknytning til vareportalen, vareheisen og trapp er det derfor satt av et stort areal til dette i den østlige delen av bygget. Verkstedet lengst sør er tiltenkt Gullsmed Møller.

UTSTILLING

Når man kommer til trappen i vestibylen er det tiltenkt at museumsområdet starter. I 1. etg er det 160 m2 med utstillingsareal uten lysinnslipp. Her er det mulighet for å utstille den store Hannah Ryggen samlingen museet har.



PLANER – 2.ETG

FUNKSJONER PÅ PLANET

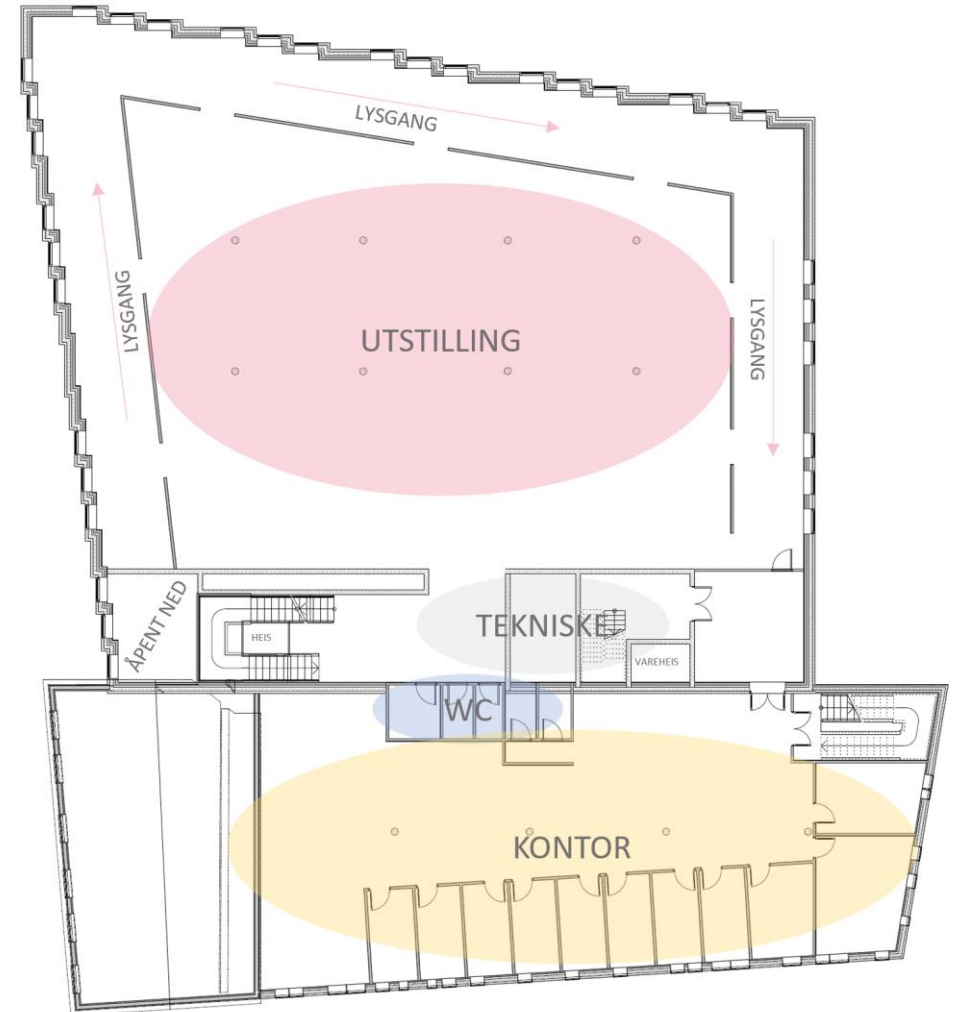
Utstilling, kontorlokaler og lysgang

UTSTILLING/ LYSGANG

Store deler av fasaden består av vinduer, noe som setter begrensninger til hva som kan utstilles da mye av kunsten ikke tåler direkte solstråling. Det er derfor etablert en lysgang rundt utstillingsområdet i midten. Denne lysgangen skal i tillegg til å skjerme for direkte stråling, være en opplevelse for publikum. Ved å følge denne blir de ført fra en utstilling til en annen via ulike ganger inn til området samtidig som det skal være en opplevelse å gå denne gangen. Området i midten kan deles inn i ulike soner, avhengig av hva museet ønsker og hvilke utstillinger som er aktuelle.

KONTOR

I tilbygget er hele det nye arealet tiltenkt kontor, spiserom, kjøkken og møterom for de ansatte på museet. Her er det satt opp ni kontorer/ stillesoner og to romslige møterom med godt dagslysinnslipp. I tillegg er det rom for åpent landskap i arealene utenfor. I den vestlige delen av kontorsonen er det tiltenkt kjøkken og spisested. Lokalene har en sentral plassering i forhold til alle museets funksjoner og tilbud og de ansatte har mulighet til å bevege seg gjennom museet uten å gå gjennom utstillingsområdene.



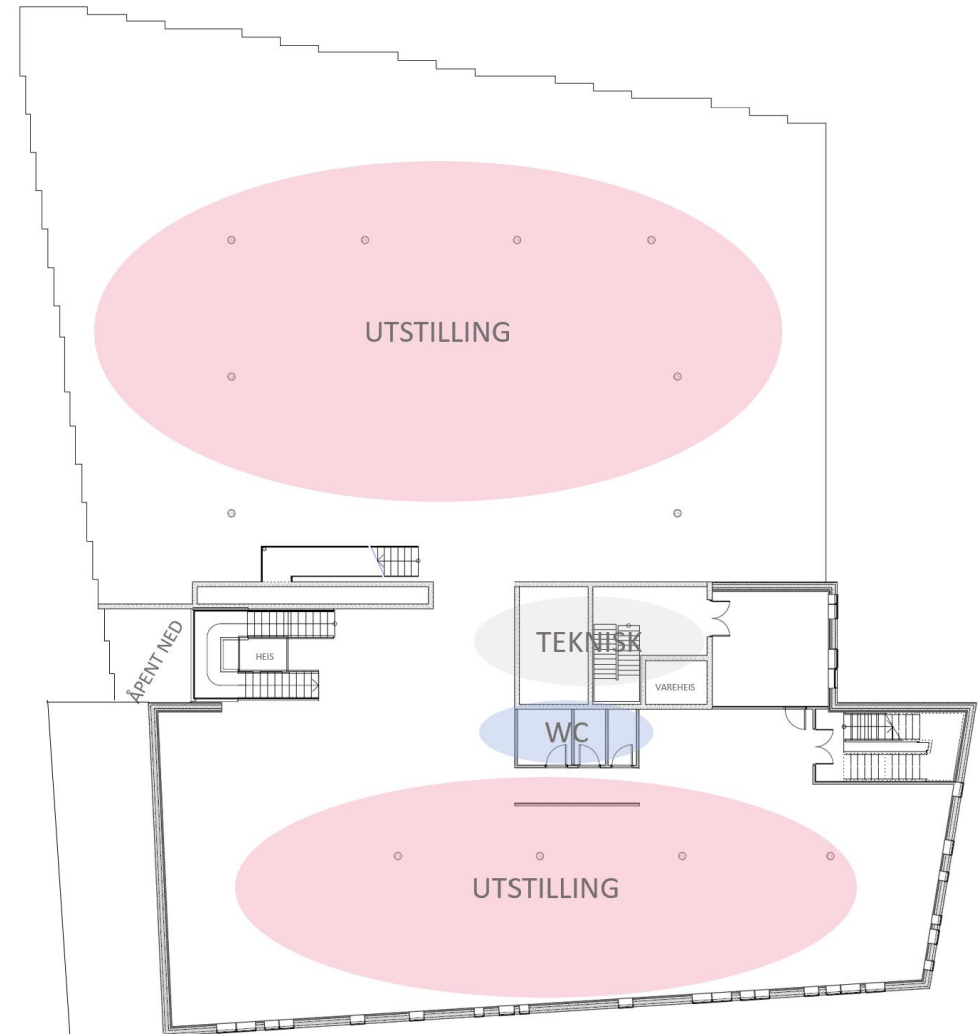
PLANER – 3.ETG

FUNKSJONER PÅ PLANET

Utstilling

UTSTILLING

Hele 3.ETG, både eksisterende areal og tilbygg er tiltenkt utstilling. I tilbygget er det et vanlig rom, med en takhøyde på ca. 3 meter. I det gamle NKIM befinner vi oss nå i takkonstruksjonen. Her er det åpent opp med en takhøyde på ca. 7 meter og tiltenkt et glasstak. Dette er med og skape et åpent og stort areal som gir en etterlengtet mulighet for høye utstillinger. Det skrå taket samler rommet og gir også mulighet til å ha små temabaserte utstillinger skjermet fra det direkte sollyset.



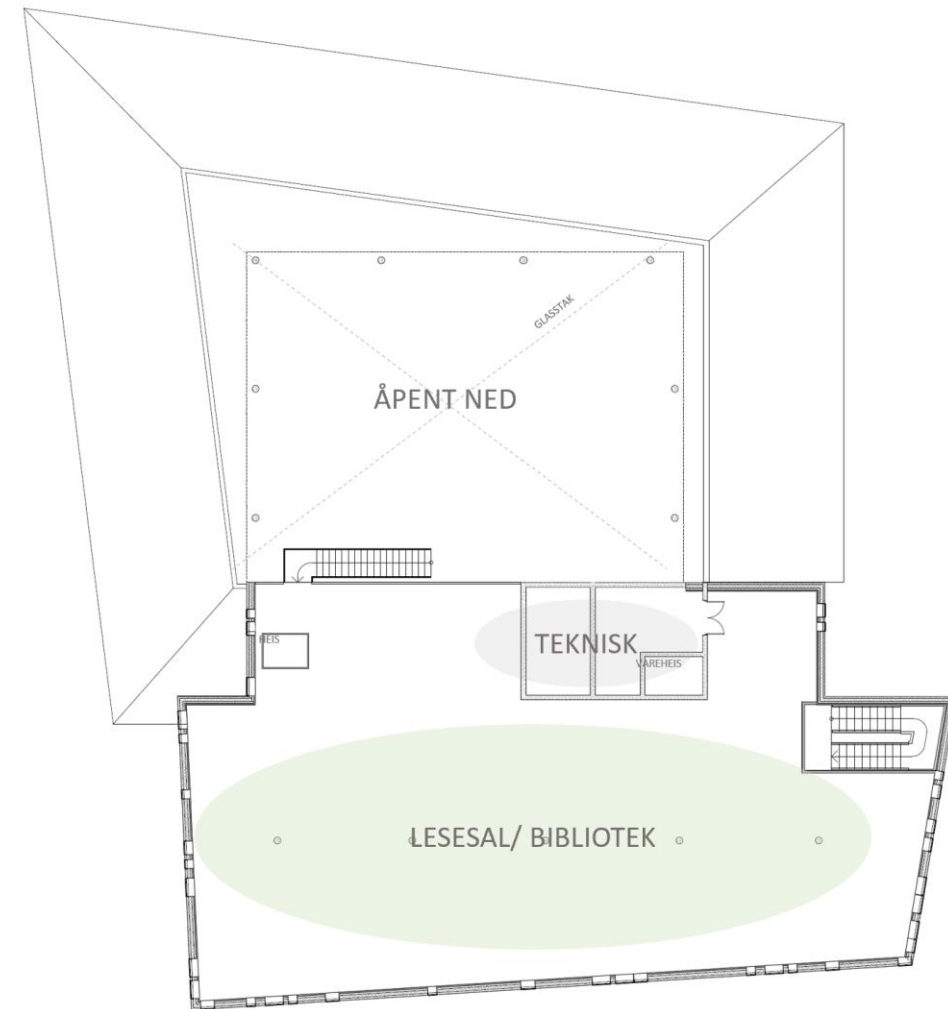
PLANER – 4.ETG

FUNKSJONER PÅ PLANET

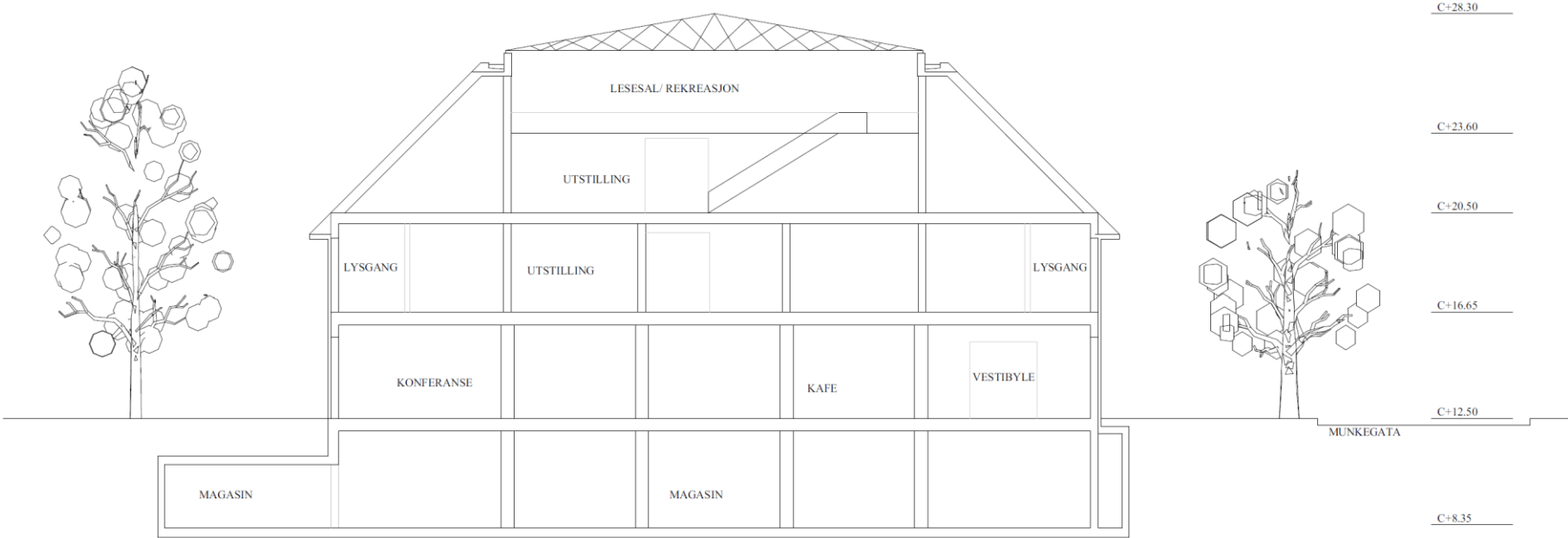
Lesesal, bibliotek og rekreasjonsareal

LESESAL

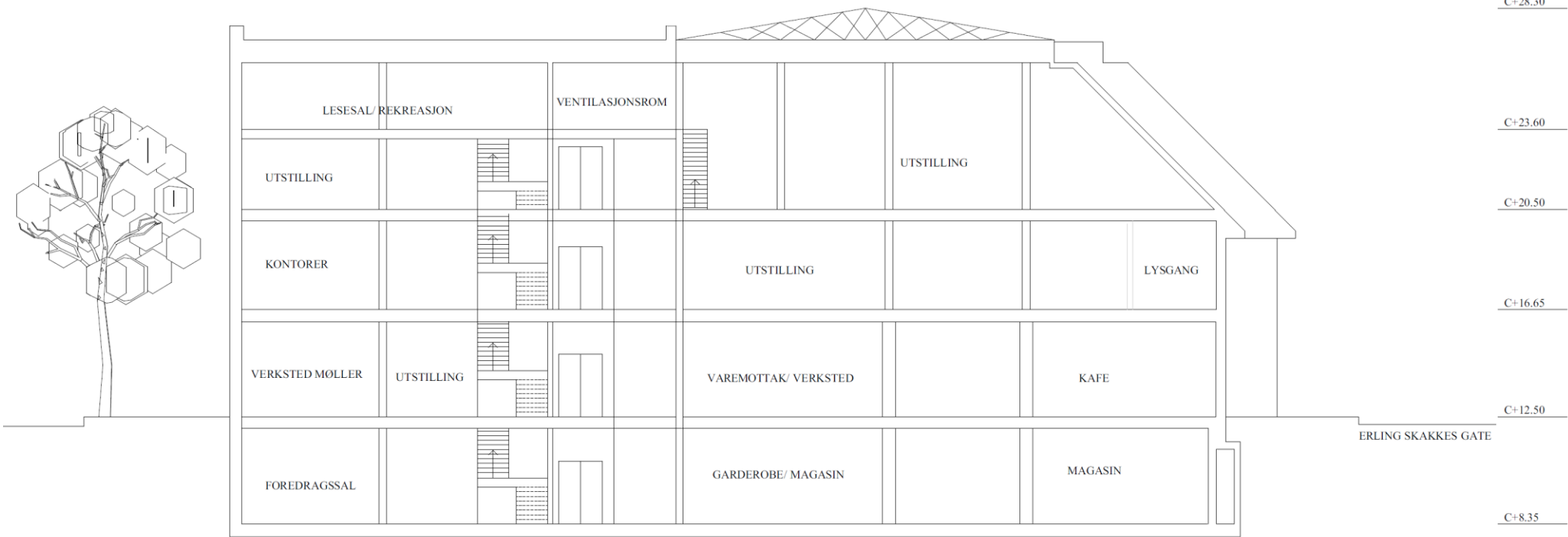
4.ETG består av en halvetasje hvor det er åpent ned til 3.ETG. Her er det tiltenkt et stort, åpent areal hvor museets gjester kan lese litteratur knyttet til kunsten eller bare benytte stillesonen til å rekreatere etter inntrykkene. Det er diskutert et ønske med å samarbeide med NTNU, her kan det være mulig for kunststudenter å benytte området til studier i nærhet til kunsten og aktuell litteratur.



SNITT FRA NORD MOT SØR



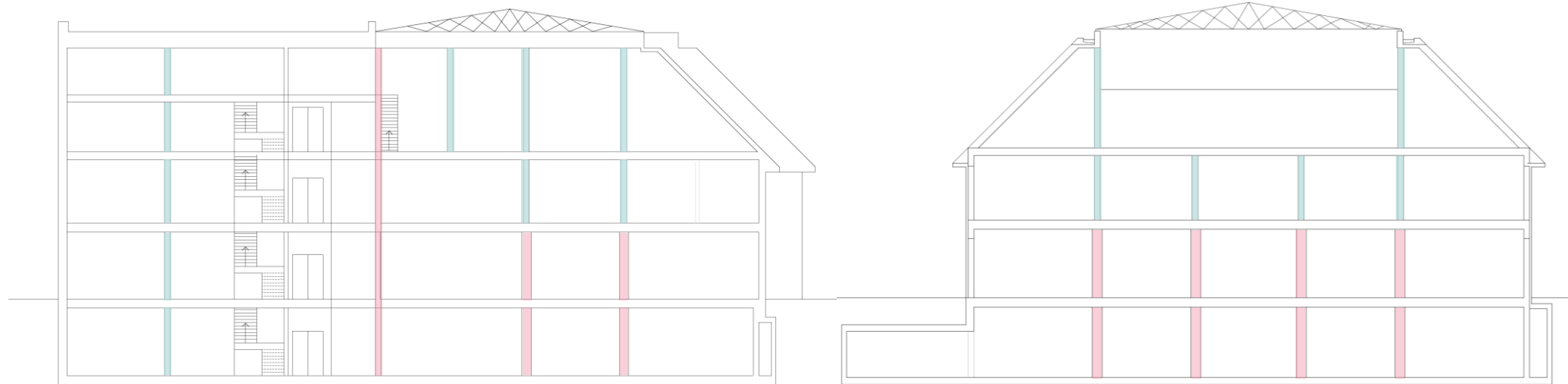
SNITT FRA ØST MOT VEST



ROMPROGRAM

KJELLER	1230 m2	PLAN 1	1150 m2	PLAN 2	1150 m2	PLAN 3	1050 m2	PLAN 4	450 m2
Magasin:	600 m2	Vestibylarealet	210 m2	Utstilling med lysgang:	630 m2	Utstilling	900 m2	Lesesal/ rekreasjon	400 m2
Publikumsgarderobes	110 m2	Kafe m/ kjøkken	150 m2	Kontorlokaler	330 m2				
Ansattgarderobes:	40 m2	Verksted/ drift	250 m2						
Foredragssaler	290 m2	Formidlingsrom	35 m2						
Teknisk rom	25 m2	Utstilling	130 m2						
		Verksted Møller	160 m2						

KONSTRUKSJONSPRINSIPP



EKSISTERENDE BÆREKONSTRUKSJON



TILFØRT BÆREKONSTRUKSJON

BYGGETS UTFORMING

ARKITEKTONISK UTTRYKK

NKIM slik det står i dag er av antikvarisk verdi grunnet en egen og spesiell arkitektur. Bygget ligger i tilknytning til Gullsmed Møller som ble oppført på slutten av 1800-tallet og er av høy antikvarisk verdi. Dette setter en del begrensninger på inngrep i bygget og tilbygget må utvikles til å passe med disse.

Arkitekturen til disse byggene er nok så ulike, men begge har karakteristiske uttrykk. Når det var aktuelt å se på et tilbygg ble det lagt vekt på å bryte med det opprinnelige uttrykket. Museet trenger noe som trekker oppmerksomheten mot det samtidig som det binder byggene sammen.

Det nye tilbygget vil ligge i bakgården i tilknytning til Gullsmed Møller og NKIM. Tilskuddet skal signalisere moderne arkitektur og skape en interesse rundt hva som er inne i bygget. Konseptet tilbygget er basert på er en nokså «tung» boks. For å lette på konstruksjonen var det et ønske å skape spill i fasaden. Mange vinduer med nokså tilfeldig plassering og ulike geometriske former skaper et skjult mønster og sikrer godt dagslysinnslipp.

Taket på tilbygget er flatt og dras mot og delvis over det eksisterende bygg. Der det tidligere var flatt tak over gamle NKIM er det sett på en løsning for glasstak som gir overlys inn i et stort utstillingsareal med ca 7 meters høyde under taket.

Fasadens uttrykk er hentet inspirasjon fra Edith Lundebrekkes verk. Lundebrekke har også hatt utstilling hos NKIM tidligere og uttrykket hennes passer godt til museet. For å vekke interesse er det tiltenkt fargerike felt på fasaden, dette vil myke opp og modernisere den klassiske og litt tunge bebyggelsen rundt.

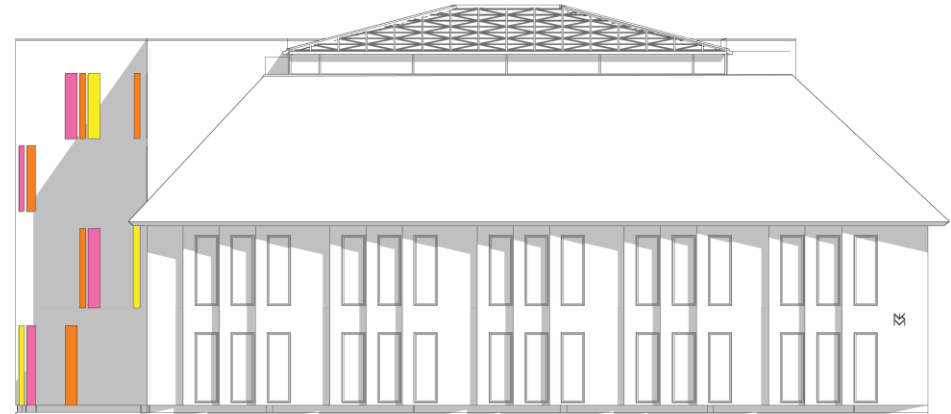
Ved utvikling av tilbygget legges det opp til valg av bærekraftige materialer og løsninger, da gruppen mener prosjektet i sin helhet bør reflektere dette. Det etterstrebes og finne konstruksjonelle løsninger og materialer som er hardføre og bærekraftige. Her foreslås det bruk av massivtre eller null-utslipps betong.



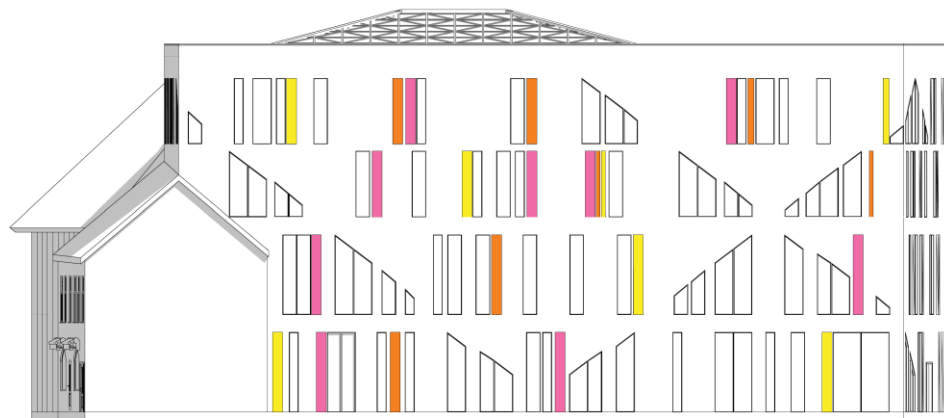
FASADER



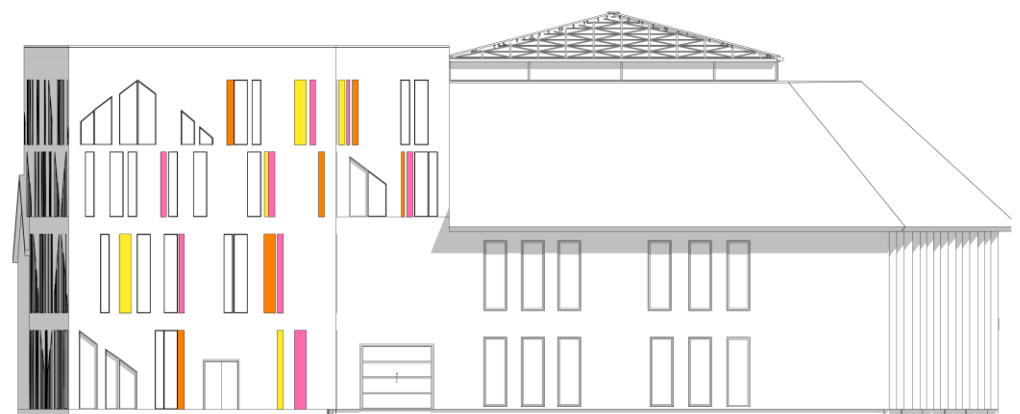
FASADE VEST



FASADE NORD

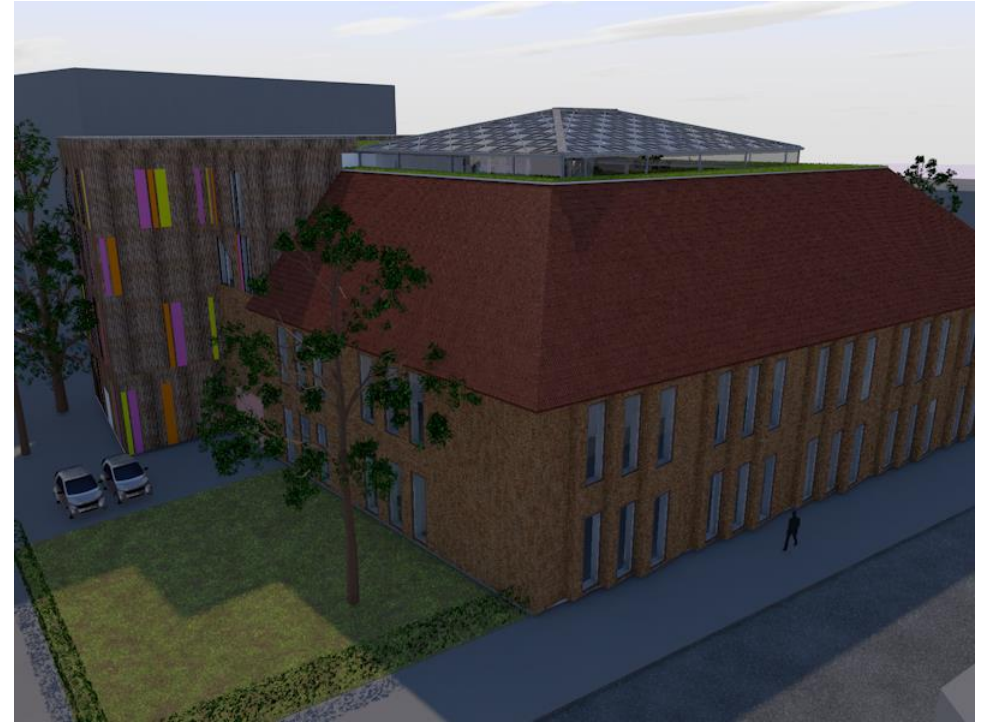


FASADE SØR

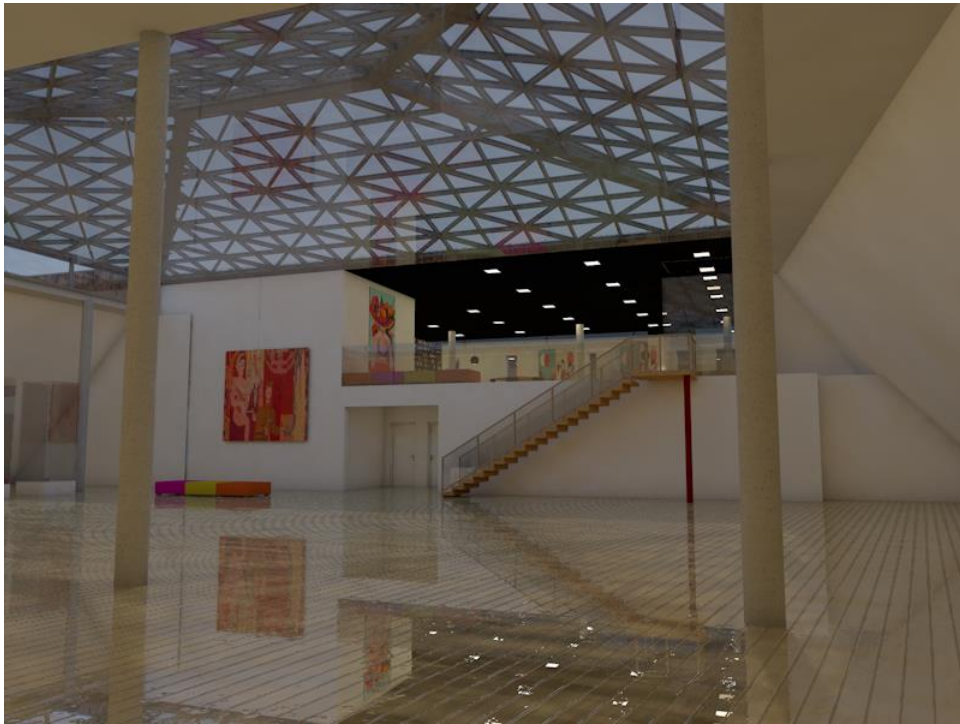


FASADE ØST

ILLUSTRASJONER



ILLUSTRASJONER



Utstillingsareal i 3. etg



Lysgangen i 2. etg

ILLUSTRASJONER



Lesesal og bibliotek i 4. etg



Utstillingsareal i 3. etg med utsikt opp til 4. etg

ILLUSTRASJONER



Kontorlokaler, 2. etg



Kjøkken/ spiseareal for de ansatte, 2. etg

ILLUSTRASJONER



Lesesal og bibliotek i 4. etg



Utstillingsareal i 3. etg med utsikt opp til 4. etg

KILDER

Illustrasjonsbilder er hentet fra: <https://norskekunsthåndverkere.no/users/edith-lundebrekke>

Kildal, E (2018) «Arkitektene kjemper for å bevare gamle bygg snarere enn å rive» Tilgjengelig fra: <https://www.midtnorskdebatt.no/meninger/2018/10/03/Arkitektene-kjemper-for-%C3%A5-bevare-gamle-bygg-snarere-enn-%C3%A5-rive-17619266.ece>

Johansen, J (2020) «Hvorfor skal man røske to tunge og ærverdige institusjoner ut av et sentrum som sliter» Tilgjengelig fra: <https://www.nidaros.no/hvorfor-skal-man-roske-to-tunge-og-arverdige-institusjoner-ut-av-et-sentrum-som-sliter/o/5-113-40714>

Gamle plantegninger og snitt er hentet fra Dora Arkivsenter

Arkitektonisk konsept er hentet fra presentasjon fra Kristin Jamsruds Arkitekter, 2008

Trondheim Kommunes Klimaplan

Reguleringsplan, «Midtbyplanen 1981»

Tegninger er utviklet med følgende verktøy:

Archicad

- Fasadetegninger
- 3D-tegninger
- Plantegninger
- Snitt

SLUTTORD

Dette skisseprosjektet er utviklet i tilknytning til bacheloroppgaven «Bærekraft gjennom rehabilitering» av Elia Waaberg og Charlotte Aunaas våren 2020. I oppgaven vektlegges nødvendigheten av rehabilitering i fremtiden og hvorfor dette må prioriteres nå. NKIM er benyttet som et eksempelprosjekt hvor det er gjennomført en tilstandsanalyse av bygget og presentert forslag til utbedringer. Skisseprosjektet viser hvordan bygget kan utformes slik at det tilfredsstiller museets behov. Det er tatt utgangspunkt i befaring på museet, dialog med noen av museets ansatte og en rapport «En mulighetsstudie» som er utviklet for MIST (Museene i Trøndelag) av en arbeidsgruppe med tilknytning til museene.

Grunnet COVID-19-pandemien som har preget verden denne våren, ble det en del naturlige avgrensninger til oppgaven. Gruppen har ikke vært i kontakt med museet siden midten av februar, noe som har ført til at det er gjort noen antagelser i følge med utviklingen av skisseprosjektet. Det tas forbehold om at de presenterte løsningene kun er ment som et forslag og at de bør konsulteres med fagkyndige i hvert enkelt fagområde.

Videre håper vi at skisseprosjektet kan inspirere til videre utvikling av det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum slik det står i dag og takker for muligheten til å benytte det i vår oppgave.

Charlotte Aunaas og Elia Waaberg

Vedlegg 3

Oppgave

Emil Aassveen <emil.aassveen@hent.no>

sø. 08.03.2020 18:27

Til: Elia Waaberg <eliaw@stud.ntnu.no>; Charlotte Jensen Aunaas <charlja@stud.ntnu.no>

📎 2 vedlegg (668 kB)

2-1 BOK 0 K201 1152005 NTNU Sverres gate 10_2019-10-03_utgave 3.pdf; 2-1 BOK 0 K202 1152005 NTNU Gunnerusgate 1 søndre del_2019-10-03_utgave1.pdf;

Hei

Beklager at dette tok litt tid.

Erfaringspriser fra konkurranser med totalrehabilitering av samme tilsvarende bygg, type kontor med steinkledning fra utsiden.

Vedlegger bok 0 fra de 2 rehabiliteringsprosjektene, det er nevnt kort hva prosjektene går ut på. Altså omfang.

Når det gjelder tilbygg og nybygg har jeg basert meg litt på erfaringer hos oss og Norsk prisbok.

Dersom dere ønsker mer konkret her tar dere kontakt.

Rehabilitering:

Gunnerusgate 1



BTA 1650 m²

Tilbudssum vinner av konkurranse: 15,2 MNOK

Kvadratmeterpris: 9212 kr/m²

Gunnerusgate 10

Bilde = søk på nett 🤖

BTA 4500 m²

Tilbudssum vinner av konkurranse: 47,3 MNOK

Kvadratmeterpris: 10 511 kr/m²

Norsk prisbok.

Prosjekt 3117 «Kontorbygg – ombygging innvendig» omhandler rehabilitering av kontorbygg av ukjent karakter og alle forbehold.

Leser man kap 01-69 Huskostnad fordelt på fag er det sammenlignet med erfaringsprisene fra NTNU i Gunnerusgate over.

I og med at nevnte prosjekt i gunnerusgate er kontrakter med NS8405 (utenprosjektering) kan vi sammenligne disse kostnader.

Prisboken ligger på en pris på 12.396 kr /BTA.

Prisene i boken er ut ifra min erfaring noe høyere enn faktiske priser vi er kjent med for slike rehabiliteringsarbeider.

Oppsummert:

Men med en konservativ tankegang kan vi ta gjennomsnittet av de 3 kvm-prisene som gir.

Det gir en pris på 10.706 kr/m².

Vi må legge på prosjekteringskostnader på dette 1100 kr/m²

Sum for rehabilitering av slike bygg 11806 kr/m².

Forutsetter at bæresystemet ikke må forsterkes.

Tilbygg:

Tilbygg som kulturhus/kontorbygg , med noe spenstig tilbygg som vist til meg.

Pris basert på nybyggspris under, ganget opp med en faktor for tilpasning til eksisterende bygg.

28.000 – 32.000 kr/m²

Nybygg:

Norskprisbok og erfaringspriser fra HENT 23.000 -28.000 kr/kvm.

Ta kontakt om spørsmål.

mvh

Emil Aassveen

Teamleder Kalkulasjon & Innkjøp

Trondheim

Mobil: +47 99 59 38 23

Sentralbord: +47 72 90 17 00

E-post: eea@hent.no



www.hent.no

Vs: Munkegata 3 og 5

Elia Waaberg <eliaw@stud.ntnu.no>

fr. 08.05.2020 21:04

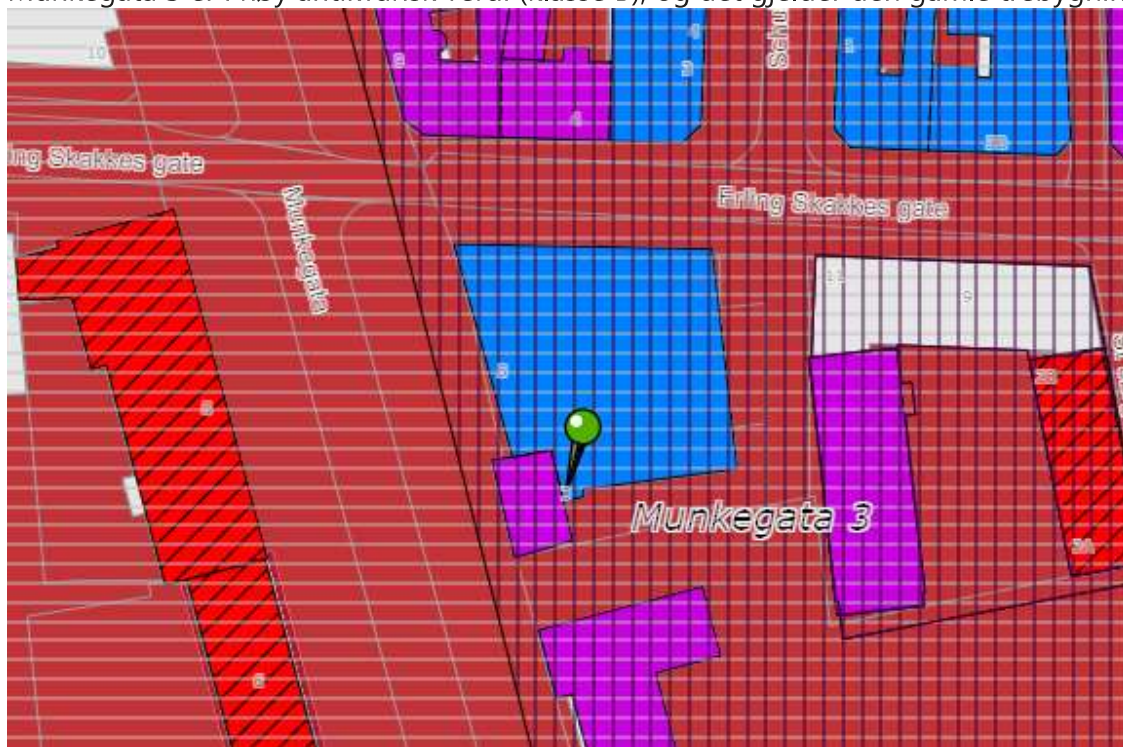
Til: Charlotte Jensen Aunaas <charlja@stud.ntnu.no>

Fra: roy.age.hapnes@trondheim.kommune.no <roy.age.hapnes@trondheim.kommune.no> på vegne av Byantikvaren Miljøenheten <byantikvaren.miljoenheten@trondheim.kommune.no>

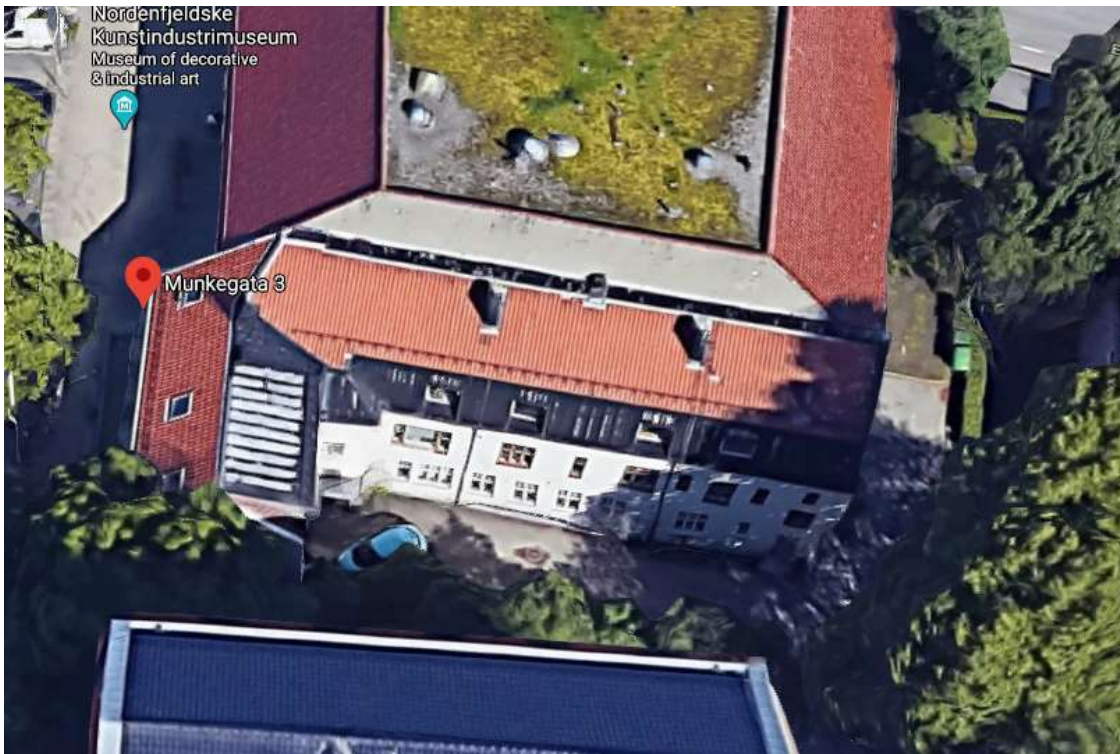
Sendt: onsdag 18. mars 2020 08:21**Til:** Elia Waaberg <eliaw@stud.ntnu.no>; Roy Åge Håpnes <roy.age.hapnes@trondheim.kommune.no>**Kopi:** Charlotte Jensen Aunaas <charlja@stud.ntnu.no>**Emne:** Re: Munkegata 3 og 5

Hei og takk for at dere tar kontakt, spennende tema dere skal se på!

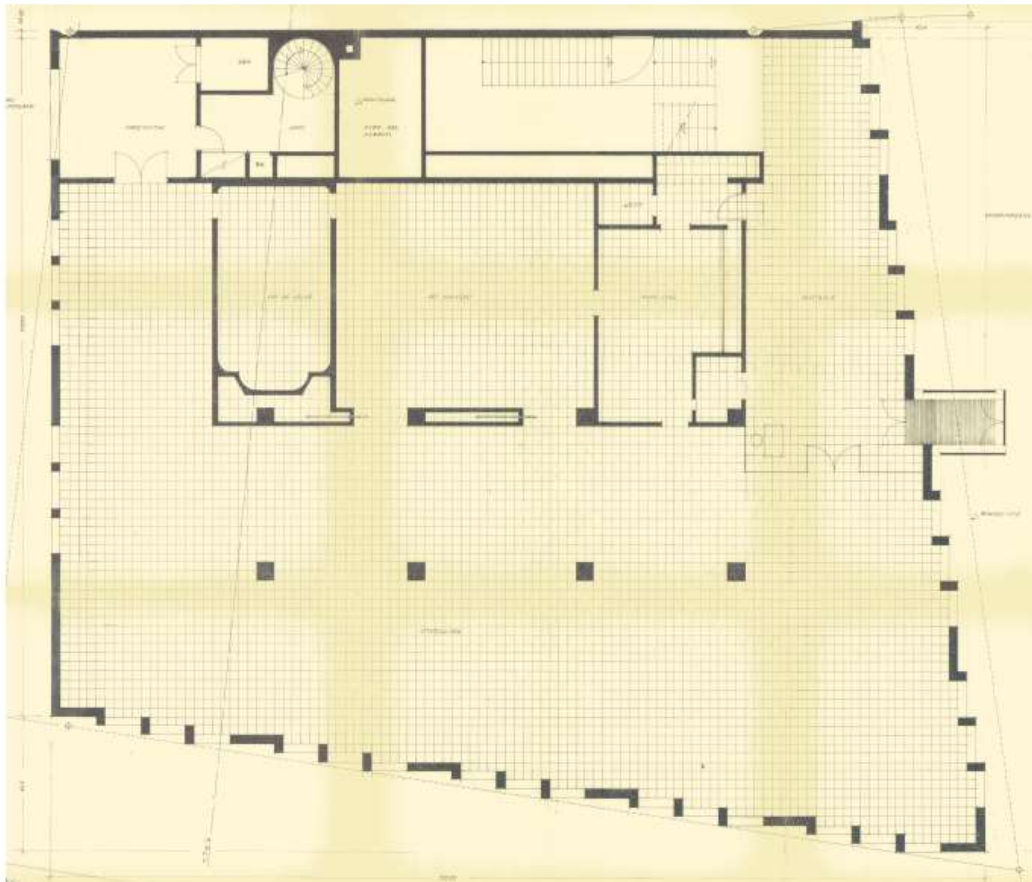
Munkegata 3 er i høy antikvarisk verdi (klasse B), og det gjelder den gamle trebygningen.



Munkegata 5 har antikvarisk verdi (klasse c), dette inkluderer også den gamle murfløyen bak.



Vårt utgangspunkt er at alle klassifiserte bygg skal bevares, men i en slik teoretisk oppgave kan man se på ulike muligheter, for eksempel med riving av murfløyen.



Når det gjelder takkonstruksjonen kan dere vurdere endringer også her, dette vil trolig også bli et tema, dersom man ender opp med at museet fortsatt skal være der. Én arkitektonisk og kulturhistorisk vurdering i akkurat dette tilfellet kan være at opplevelsen av takflaten sett fra gatene er viktigere enn selve konstruksjonen.

Lykke til i arbeidet, vi vil gjerne se resultatet!

Mvh

Byantikvaren ved Roy Åge Håpnes

ons. 11. mar. 2020 kl. 11:20 skrev Elia Waaberg <eliaw@stud.ntnu.no>:

Hei,

Vi er to studenter ved NTNU som skriver Bachelor oppgave om rehabilitering av det Nordenfjeldske kunstindustri museum. Vi skal se på bærekraftaspektet ved å rehabilitere og bygge ett nytt tilbygg mot det og rive å bygge nytt. I den anledning har vi noen spørsmål om Munkegata 3 og 5. (Nordenfjeldske kunstindustrimuseum)

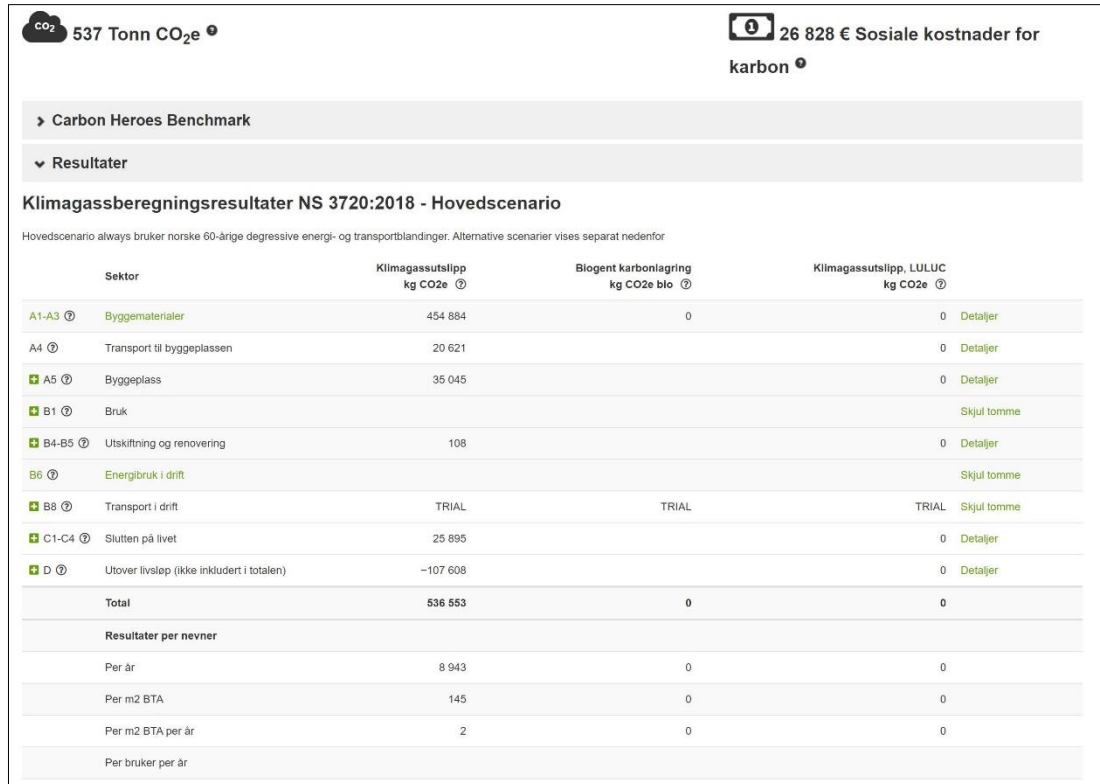
- Munkegata 3, Gullsmed Møller har høyeste verneklasse og må derfor ikke berøres. Men hva er statusen på murbygget i bakgården til Munkegata 3? Kan man rive dette, for å utnytte plassen i bakgården bedre?
- Ønsket er å rehabilitere eksisterende byggemasse, men for å utnytte og bedre romløsningen har vi sett på og endre takkonstruksjonen. Vil dette la seg gjøre når bygget har antikvarisk verdi?

Dette er en bacheloroppgave, og ikke en reell oppgave. Vi ønsker allikevel at det vi leverer fra oss kan brukes i fremtiden og er derfor interessert i å høre med dere, slik at vi eventuelt kan prosjektere og da hensyn til dette i besvarelsen vår.

Håper dere kan hjelpe oss 😊

MVH Elia Waaberg

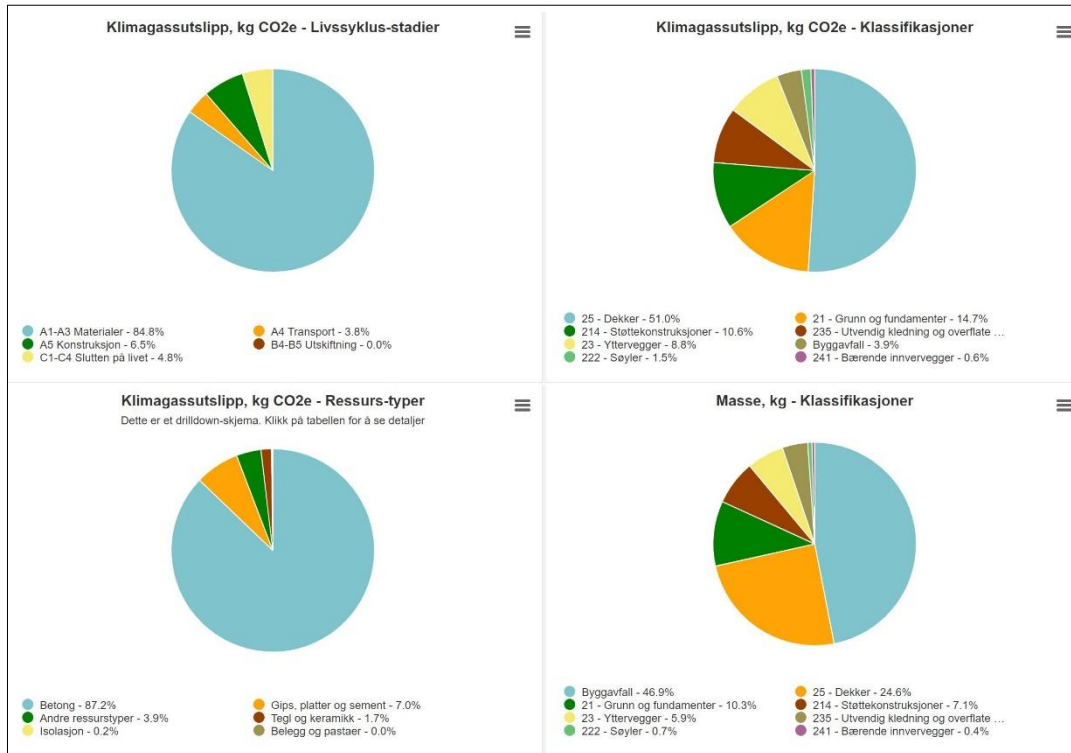
Vedlegg 5. Analysedata fra One Click LCA



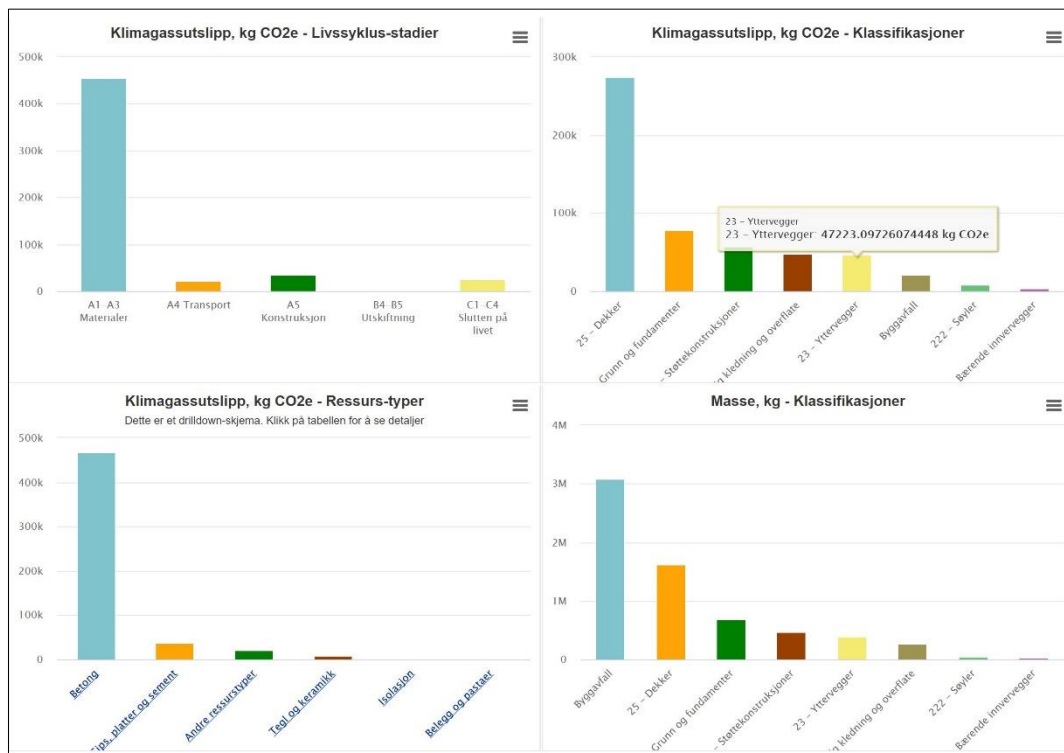
Figur 2: Beregningsresultater fra One Click LCA



Figur 1: Utslipp knyttet til de forskjellige områdene



Figur 4: Sektordiagram med utslipp



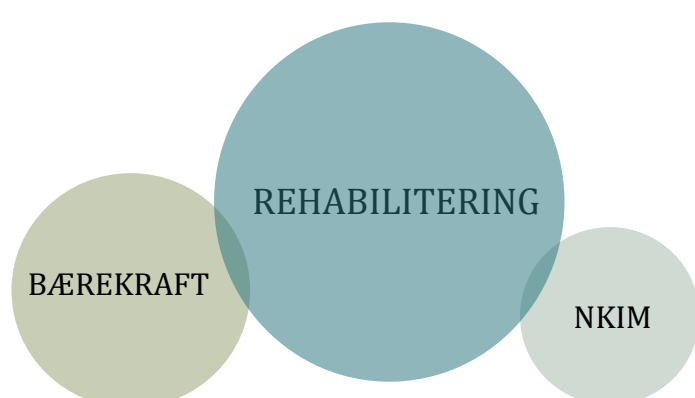
Figur 3: Linjediagram med utslipp

BÆREKRAFT GJENNOM REHABILITERING

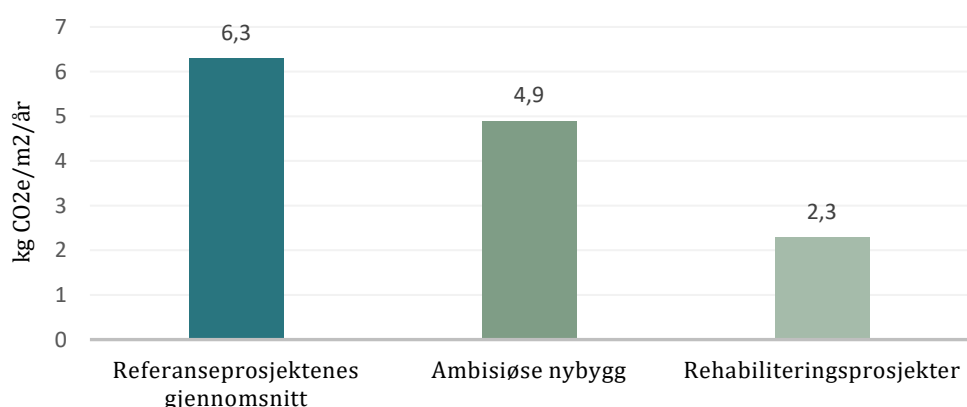
Ett studie og skisseprosjekt av det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum

Sustainability through rehabilitation

A study of the Nordenfjeldske Industrial Art Museum, including a sketch project



Utslippsanalyse



Utslippsanalyse gjennomført av SINTEF. Analysen er basert på 120 byggeprosjekter, herunder nybygg og rehabilitering.

OPPGAVENS FORMÅL

For å nå klimamålene må vi kutte kraftig i utslipp i byggebransjen. Å bygge nytt lønner seg, men å rehabilitere den eksisterende bygningsmassen er enda bedre.

«Den mest klimavennlige kvadratmeteren er den som allerede er bygget»

Hvordan kan man få bransjen til å prioritere rehabilitering?

For at det skal være aktuelt for byggenæringen å prioritere rehabilitering må det sees en lønnsomhet i det. Studier ved denne oppgaven peker på følgende faktorer som kan øke aktualiteten til tema:

- Byggherrer og oppdragsgivere må stille ambisiøse klimakrav i anbudsprosessen for å etablere flere referanseprosjekter.
- Regelverk knyttet til eksisterende byggemasse må etableres
- Krav til LCA ved samtlige prosjekter
- Insentiver til rehabiliteringsprosjekter som kan vise til utslippsreduksjon

Det Nordenfjeldske kunstindustrimuseum med sine typiske utfordringer har mulighet til å være et av de referanseprosjektene bransjen trenger. Analyser i oppgaven viser at rehabilitering av NKIM vil både være det økonomiske og bærekraftige valget.

