

UPGRADE – Veileder for energiambisios oppgradering av yrkesbygg



SINTEF Notat

Sofie Mellegård og Anna Svensson

UPGRADE
**– Veileder for energiambisiøs oppgradering
av yrkesbygg**

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Notat 11

Sofie Mellegård og Anna Svensson

UPGRADE – Veileder for energiambisiøs oppgradering av yrkesbygg

Emneord:

energi, yrkesbygg, oppgradering, rehabilitering

Prosjektnr.: 10200162

ISSN 1894-2466

ISBN 978-82-536-1420-5 (pdf)

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2014

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser.

Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Byggforsk

Forskningsveien 3 B

Postboks 124 Blindern

0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 55

Faks: 22 96 55 08

www.sintef.no/byggforsk

www.sintefbok.no

Contents

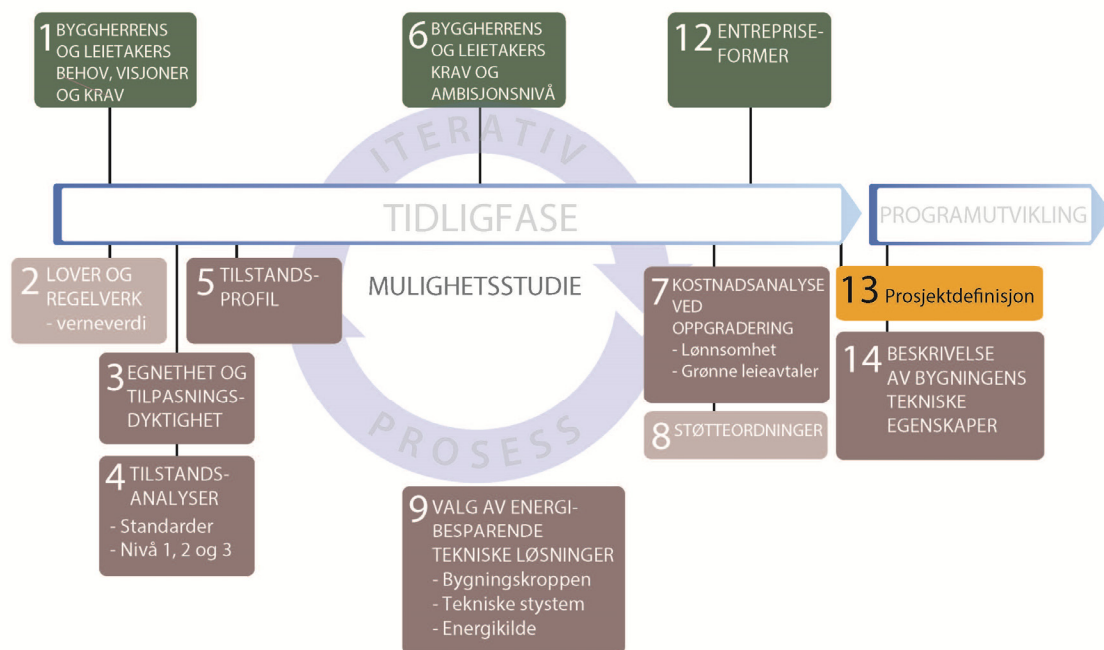
UPGRADE – Veileder for energiambisiøs oppgradering av yrkesbygninger	4
1. Byggherrers og leietakers behov - visjoner og krav	5
2. Lover- og regelverk	6
Tilstandsanalyser og tilstandsprofil	7
3. Egnethet og tilpasningsdyktighet	7
4. Tilstandsanalyser	8
Bruk av standarder - 3 nivåer	8
Konsekvensgrad	8
Analyse av bygningskroppen	8
Analyse av tekniske anlegg	9
Analyse av kulturhistoriske bygninger	9
5. Tilstandsprofil	10
Mulighetsstudie	11
6. Byggherrens og leietakers krav og ambisjon	11
7. Kostnadsanalyse, merverdi og lønnsomhet	13
Kostnadsanalyse	13
Lønnsomhet	13
Grønne leieavtaler	14
Grønne bilag	14
Grønne bruksavtaler	14
Fremtiden	14
8. Støtteordninger	15
Enova	15
Lavrisikolån	15
Verneverdige bygninger	15
9. Valg av energibesparende løsninger	16
Forbildeprosjekter	16
Ambisjonsnivå	16
Materialvalg og gjenbruk	17
Bygningskroppen	18
Tekniske system	21
10. Entrepriseformer	22
11. Prosjektdefinisjon	22
12. Stage gate	22
13. Beskrivelse av bygningens tekniske egenskaper – funksjonsbeskrivelse	23
Detaljeringsgrad	23
Bruk av standarder	23
Bygningsfunksjonstabellen, NS 3455 og P.366	24
Detaljerte beskrivelser, NS 3420	24
Eksempelbygg	25
Referanser	26

UPGRADE – Veileder for energi-ambisiøs oppgradering av yrkesbygninger

Denne veilederen er utarbeidet av SINTEF Byggforsk i forskningsprosjektet UPGRADE Solutions, www.upgradebuildings.no. Prosjektet handler om å kartlegge potensialet for energioppgradering, samt utvikle og samle gode løsninger for å få i stand flere ambisiøse oppgraderinger av eksisterende yrkesbygg.

For å lykkes med en ambisiøs oppgradering er det mange ulike hensyn som må tas tidlig i prosessen, i tillegg til valg av energieffektive tekniske løsninger.

Veilederen tilbyr en helhetlig, stegvis gjennomgang av viktige hensyn i tidligfase av



Figur 1 Veilederen er skrevet av SINTEF Byggforsk. Utvalgte partnere i UPGRADE-prosjektet; DNB Eiendom, Grønn Byggallianse, Multiconsult, NIKU og Riksantikvaren, har bidratt med innspill underveis. Veilederen tar utgangspunkt i arbeid utført i forskningsprosjektet SURE¹.

Rehabilitering Reparasjonsarbeider som strekker seg utover mindre, løpende vedlikeholdsoppgaver, og som fører bygningen tilbake til dens opprinnelige standard (Byggforskserien, 2010).

Oppgradering Arbeider som hever bygningens standard i forhold til eksisterende eller opprinnelig standard (Byggforskserien, 2010).

"Ambisiøs oppgradering" En helhetlig oppgradering av høy kvalitet der langsiktige miljøhensyn er tatt. I denne forbindelse vil oppgradering til lavenergi- eller passivhusstandard og tiltak for universell utforming inngå i begrepet (Hauge et al., 2011).

¹ Sustainable refurbishment of Buildings 2009-2011: <http://sustainable refurbishment.wordpress.com/about/>

1. Byggherrers og leietakeres behov - visjoner og krav

Bakgrunn for at en organisasjon ønsker å flytte eller oppgradere sine lokaler kan eksempelvis være arealmangel, at lokalene er utdaterte, lite fleksible, at bygningene har feil beliggenhet eller høye driftskostnader.

I forretningslivet så vel som i offentlige virksomheter brukes det ofte store ressurser på hvordan virksomheten framstår for andre. Den fysiske utformingen må derfor ses i sammenheng med det symbolske perspektivet for å forstå byggherrens og leietakers reelle prioriteringer og beslutninger.

Det er flere faktorer som påvirker virksomheters beslutninger om miljøvennlige valg ved anskaffelse av nye lokaler. Et ambisiøst oppgraderingsprosjekt kan være mer hensiktsmessig enn et konvensjonelt kontorbygg når det gjelder bærekraft, energi- og driftskostnader, fleksibilitet og det å imøtekomme fremtidige behov og lovkrav. Et ambisiøst prosjekt vil også kunne gi en signaleffekt utad. I tillegg til myndighetskrav, har bedrifter ofte interne miljøkrav som har blitt viktige for bedriften.

Ambisiøse oppgraderinger av eksisterende bygninger krever ofte større vilje til innsats av de involverte aktørene. Stort engasjement kan ha positive følger for bedriftskulturen, og føre til en organisasjon som har høyere attraktivitet og lønnsomhet. Byggherrer og leietakere bør derfor se verdier ved prosjektet utover de økonomiske og bygningstekniske parameterne.

2. Lover- og regelverk

Lover og regler fra myndigheter legger føringer i alle byggeprosjekter.

De viktigste forskriftene tilknyttet plan- og bygningsloven (PBL) er teknisk forskrift (TEK), saksbehandlingsforskrift (SAK) og forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK) med tilhørende veiledninger. TEK og SAK skal sikre at myndighetenes tekniske minimumskrav i byggeprosjekter oppfylles gjennom god planlegging, prosjektering og utførelse, og at tilstrekkelig kompetanse er dekket. DOK skal sikre pålitelig informasjon om egenskapene til byggevarerne som brukes i byggeprosjektet.

Energikravene finnes i TEK, kapittel 14. Kravene inneholder bestemmelser om energi-effektivitet og energiforsyning. Forskriften gjelder også ved tiltak på eksisterende byggverk, men begrenses som hovedregel til de bygningsdeler som byggetiltaket gjelder. Det er først ved en hovedombygging at alle krav i TEK 10 kan gjøres gjeldende. Definisjonen av hovedombygging i Rundskriv H1/10 er "byggetiltak som etter kommunens skjønn er så omfattende at hele byggverket i det vesentlige blir fornyet". For ambisiøse energioppgraderingsprosjekter gjelder det i praksis å finne optimale løsninger som kombinerer lavt energibehov, minimert risiko for byggskader, høy grad av vern og god økonomi i prosjektet. Dette gjøres gjennom en grundig tilstandsanalyse med fokus på bygningsfysikk og utredninger med hensyn til økonomi og energibehov.

Det finnes to nivåer for vern av bygninger i Norge. *Fredning* etter kulturminneloven er den sterkeste formen for vern, og vedtas av Riksantikvaren. En bygning eller et område kan gjennom PBL være regulert til *bevaring*/hensynssone bevaring, eller være *vernet* gjennom kommune(-del)plan. Dette er den svakere formen for vern, og vedtas av kommunen. En fredning kan omfatte hele bygninger med interiør og eksteriør, eller deler av interiøret. Alle arbeider som går utover vedlikehold i streng forstand, f.eks. maling med samme type og farge, må det søkes om.

For vernede bygg og bygg med tilsvarende kulturhistorisk verdi, der energikrav i TEK er i konflikt med verneverdier, gjelder kravene "så langt de passer". Det er den ansvarlige prosjekterende som må dokumentere hvordan dette er løst i det enkelte prosjektet.

Henvisninger

Gjeldende byggeregler:

Plan- og bygningsloven

Byggteknisk forskrift

Forskrift om dokumentasjon av byggevarer

Rundskriv H-1/10

Energimerkeforskriften

byggeregler.dibk.no

Arbeidsmiljøloven

Kulturminneloven

www.lovdatab.no

Register over fredete bygninger:

www.riksantikvaren.no/Askeladden/

Tilstandsanalyser og tilstandsprofil

3. Egnethet og tilpasningsdyktighet

En tilstandsanalyse gjennomføres vanligvis med mål om å undersøke bygningens *tekniske* tilstand. Avhengig av analysens formål kan flere områder inkluderes:

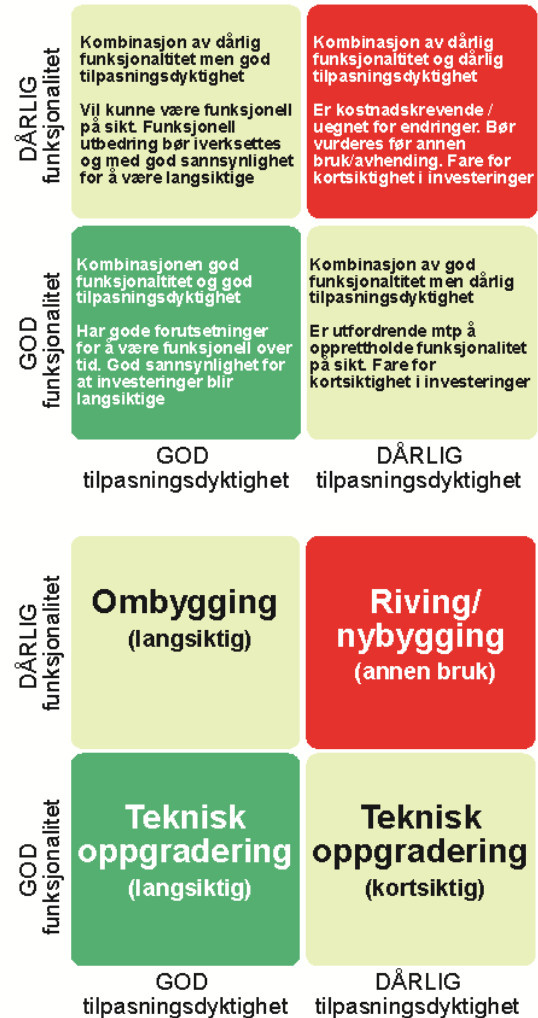
- Miljø: Inneklima, ytre miljø, støy, stråling og skadelige stoffer
- Funksjonalitet: Tilgjengelighet, universell utforming og tilpasningsdyktighet
- Estetikk
- Energibruk
- Verneverdighet.

Byggets egnethet beskriver i hvilken grad eiendommen har en *tilstand* og *tilpasningsdyktighet* som gir mulighet for tiltenkt bruk.

Bygningsmassens *tilpasningsdyktighet* er sentral for å vurdere fremtidig bruk av arealene, enten gjennom endringer og tilpasninger til dagens funksjoner, omrokkeringer av funksjoner eller alternativ bruk.

Tilpasningsdyktighet deles ofte opp i *elastisitet*, *generalitet* og *fleksibilitet* (se faktaboks).

En vurdering av egnethet for ulike formål, bygningsform og beliggenhet i kombinasjon med tilstandsanalyser, er et godt grunnlag for videre beslutning om bruk og ambisjonsnivå ved oppgradering. Egnetheten kan veies opp mot byggherrens eventuelle markedsanalyser for det aktuelle området. Ved å etablere en strategi for hvert bygg vil byggherren kunne optimalisere utnyttelsen av bygningsmassen, og være konkurransedyktig i fremtidens marked, se figur 2.



Figur 2: Sammenheng mellom funksjonalitet og tilpasningsdyktighet, der første bildet viser prinsippet og andre bildet viser resultat av analysen. Kilde: Bjørberg S., Multiconsult.

Elastisitet

Bygningens elastisitet gir muligheter for utvidelse og/eller seksjonering av bygningen. Muligheter for å bygge til eller på eksisterende konstruksjon.

Generalitet

Generaliteten er egenskaper som tillater endret funksjon og muliggjør for ombygginger og tilpasninger uten å berøre bærende konstruksjoner i særlig grad.

Fleksibilitet

Fleksibilitet innebærer endringer i planløsninger innen samme funksjon. Muligheter for ombygginger innenfor eksisterende bygnings skall uten å berøre bærende konstruksjoner.

4. Tilstandsanalyser

I forkant av en oppgradering vil det være behov for å gjennomføre en eller flere tilstandsanalyser av bygningen for å kartlegge begrensninger og behov. Tilstandsanalysen skal fortelle noe om hvilke forutsetninger som ligger til grunn i prosjektet.

Tilstandsanalysen legger vekt på tekniske forhold, men kan også inkludere miljø, funksjonalitet, estetikk, energibruk eller verneverdighet. For å danne et best mulig grunnlag for vurdering av oppgradering, må tilstandsanalysen planlegges for dette formålet. Eier må sørge for at de viktigste aspektene for en oppgradering omfattes av analysen, og referansenivå og tilstandsgrader må defineres slik at de svarer til hensikten.

I en tilstandsanalyse etter Norsk standard (se faktaboks) tildeles tilstandsgrader etter hvor mye registreringene avviker negativt fra et valgt referansenivå. Når formålet er å finne ut hvilke forhold som skal bedres ved oppgraderingen, kan det være hensiktsmessig å definere referansenivået lik krav i gjeldende TEK.

Bruk av standarder - 3 nivåer

En tilstandsanalyse kan gjennomføres på ulike nivåer. Nivå 1 omfatter visuelle undersøkelser og helt enkle målinger. Dette er som regel ikke tilstrekkelig for å få frem den informasjonen som trengs for å ta beslutninger om oppgraderingsalternativer, men kan være egnet for å skaffe en oversikt over bygningsmassen, og peke ut områder der det er behov for grundigere undersøkelser.

Nivå 2 og 3 omfatter en mer detaljert registrering og analyse av tegninger, beskrivelser og annen relevant dokumentasjon.

En mer dyptgående tilstandsanalyse kan innebære konkrete undersøkelser som konstruksjonens bæreevne, termografering for å avdekke kuldebroer, trykktesting for å måle lufttettheten, og eventuelt laboratorieprøver,

som f.eks. fryse-tineprøving av tegl og klorid-inntrenging i betong.

Konsekvensgrad

Ved gjennomføring av en mer detaljert tilstandsanalyse bør også konsekvensene spesifiseres. Sikkerhet, helse, ytre miljø, energibruk, tap av kulturhistorisk verdi, estetikk, inneklime, brudd på lover og forskrifter må tas med i analysen.

Tabell 1. Definerings av tilstandsgrad. Kilde: NS 3424

Tilstandsgrad	Definisjon	Merknad
TG0	Oppfyller krav i TEK 10 og annen lovgivning for hovedombygging	Høye ambisjoner kan gjøre det nødvendig med tiltak også ved TG 0
TG1	Funksjonelt brukbar stand som oppfyller lovkrav	Alle TG 1 må påregnes utbedret ved hovedombygging
TG2	Bygningsdelen avviker fra nåværende brukerkrav eller lovkrav.	TG 2 og TG 3 må utbedres for å fortsatt få bruke bygningen.
TG3	Stort eller alvorlig avvik	TG 3 innebærer krav om rask utbedring.

Analyse av bygningskroppen

En vurdering av bygningskroppens oppbygning og materialer gir mulighet for å vurdere eksisterende varmetekniske egenskaper, for eksempel U-verdier. Termografering og tetthetsmåling gir også grunnlag for beregning av eksisterende kuldebroer og luftlekkasjer.

Standarder

NS 3424 Tilstandsanalyse for byggverk beskriver gjennomføring av en tilstandsanalyse og inneholder forslag til maler som kan brukes for beskrivelse av tekst.

NS EN 16096 er egnet for tilstandsanalyse på verneverdige og fredete bygninger

NS 3451 omtales som *bygningdelstabellen* og bør brukes for å få systematikk i både tilstandsanalyse og videre når de nye og ønskede tekniske løsningene skal beskrives. www.standard.no

Analyse av tekniske anlegg

Vurdering av de tekniske anleggene og energikilden gjøres gjennom måling av SPP², SFP³, luftmengder, varmegjenvinning og dekningsgrad. Sammen med de geometriske forutsetningene kan slike målinger legges til grunn for å utføre en god energiberegning for den eksisterende bygningen og dermed gi bedre forutsetninger for å kunne dokumentere de energieffektive tiltakene.

Analyse av kulturhistoriske bygninger

For verneverdige bygg vil det ofte være hensiktsmessig å dokumentere bygningshistorien, tidligere skader og endringshistorikk, samt å vurdere risikoen for at noen tiltak kan gi reduksjon i kulturhistorisk verdi og/eller indirekte påføre bygningen sekundære bygningstekniske skader, f.eks. fuktskader. Ved å gjennomføre en kulturhistorisk analyse klargjør man hva/ hvilke deler som har kulturhistorisk verdi og som man derfor må være varsom med å endre, og hvilke elementer man står friere til å endre.

Standarden NS 16096 legger et godt grunnlag for teknisk tilstandsvurdering av verneverdige og fredete bygninger. En tilstandsanalyse av eldre bygninger ved bruk av denne standarden legger et godt grunnlag for samarbeid med kulturminneforvaltningen. Den gir videre et beslutningsgrunnlag for omfanget av hva som skal oppgraderes eller rehabiliteres.

² Specific Pump Power (Spesifikk pumpeeffekt for varmeanlegg)

³ Specific Fan Power (Spesifikk vifteeffekt for ventilasjonsvifter)

Grunnlag og gjennomføring av tilstandsanalyser med hensyn til energieffektive løsninger:

- Innsamling av dokumentasjon; Tegninger, beskrivelse, endringer.
- Undersøk konstruksjonens bæreevne, oppbygging av klimaskall samt tilstand og bæreevne for eventuell etterisolering og tilstand på tekniske anlegg.
- Målinger: Termografering, trykktesting, SFP og varmegjenvinning på ventilasjonsanlegg, SPP og effektiviteten til energikilden.

Henvisninger

UPGRADE-rapporter:

- [Fuktsikker innvendig etterisolering av mur- og betongvegger](#)

- Fuktsikre løsninger for yttervegger og overganger i mur- og betongbygg

- [Gjenbruk av ventilasjonskanaler ved oppgradering til behovsstyrt ventilasjon](#)

- [Riksantikvarens veileder: Råd om energisparing i gamle hus.](#)

Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:

Byggdetaljer

[520.401 Lufttetting av bygninger.](#)

[Fremgangsmåte for å oppnå lavt lekkasjetall](#)

Byggforvaltning

[700.305 Tilstandsanalyse, metode for teknisk](#)

[kartlegging av bygninger og bygningsdeler](#)

[720.032 Termografering av bygninger](#)

[720.035 Måling av bygningers luftlekkasje](#)

[720.612 Oppbygging av konstruksjoner.](#)

[Kartlegging og undersøkelse](#)

[723.312 Etterisolering av betongvegger](#)

[723.314 Etterisolering av murvegger](#)

Norsk institutt for kulturminneforskning

www.niku.no

Riksantikvaren:

www.riksantikvaren.no

5. Tilstandsprofil

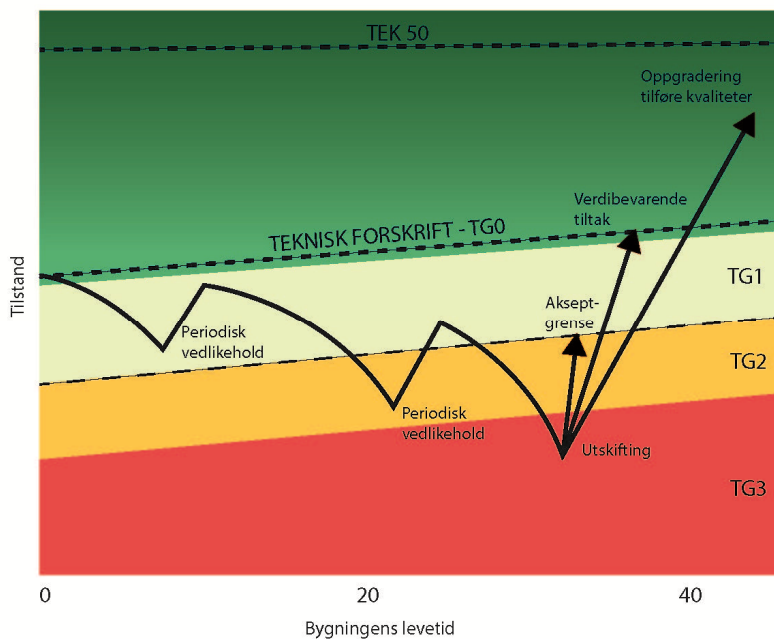
For å få gjennomført en bærekraftig og energiambisiøs oppgradering bør flere av tilstandsanalysene som er presentert i pkt. 3 og 4 gjennomføres. Sammen med de økonomiske rammene vil det totalbildet en tilstandsprofil presenterer vise både muligheter og omfang av en planlagt oppgradering. Kostnadene bør deles i kostnader for verdibevarende tiltak og oppgraderingstiltak der verdier tilføres. Noen ganger viser tidlige tilstandsanalyser at bygningen bør rives. Før beslutning om riving tas, er det aktuelt å gjennomgå en mulighetsstudie (omtales i eget avsnitt).

Tilstandsprofilen kan utføres for hvert fokusområde (teknisk tilstand, miljø, funksjonalitet, estetikk, energibruk eller egnethet). Den kan være overordnet, men

også detaljert ned på bygningsdeler. Figur 3 illustrerer hvordan standarden i en eksisterende bygning synker over tid, og hvilken tilstandsgrad dette tilsvarer ved gitte tidspunkt i bygningens levetid. Etter en tid blir etterslepet av vedlikehold for stort, og det blir behov for en oppgradering til dagens minimumsstandard. Dette kalles verdibevarende vedlikehold.

Figur 4 er en illustrasjon av den analyserte tilstandsgraden for ulike bygningsdeler som viser hvor det er behov for forbedring eller oppgradering. Figuren inkluderer også informasjon om energitilstanden sammenlignet med TGO (valgt TEK10-nivå)

Risikovurdering er et viktig aspekt i tilstandsanalysen, men blir ikke omtalt her.



Figur 3 illustrerer tilstanden til en bygning over tid. Jevnt vedlikehold vil opprettholde bygningens tilstand på et høyt nivå. Dette refereres til som verdibevarende vedlikehold¹. Fargeskalaen er relatert til tilstandsgrad, se tabell 1.

Illustrasjon: SINTEF Byggforsk
Kilde: Bjørberg, S., Multiconsult

Bygningskropp		Tekniske systemer		Energiforsyning	
Teknisk	Energi	Teknisk	Energi	Teknisk	Energi
TG2	TG3	TG1	TG0	TG2	TG1

Figur 4 Illustrerer den tekniske tilstanden på nivå 2 der teknisk tilstand og energitilstand er valgt ut.
Illustrasjon: SINTEF Byggforsk

Mulighetsstudie



Figur 5 henviser til kapitlene i veilederen og viser en iterativ prosess som ofte må til for å komme frem til en mulig løsning som er tilfredsstillende for alle involverte. Illustrasjon: SINTEF Byggforsk

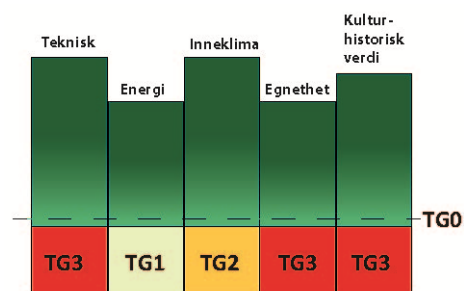
Utfordringer med oppgradering av en eksisterende bygning varierer. En rekke ytre forhold, som eierskap, økonomi, bygningens fysiske form og vernehensyn, er med på å påvirke utfallet i prosjektet. De fysiske begrensningene kan være knyttet til bygnings-teknisk karakter eller tilstand. Det er derfor viktig å avdekke hva som er mulig helt i starten av et prosjekt. En grundig kartlegging av de fysiske rammene kommer frem i bl.a. tilstandsanalyser og andre undersøkelser som legges til grunn for hva som er mulig.

En mulighetsstudie går ut på å finne løsninger som er gjennomførbare og som samtidig oppfyller behov, ønsker og visjoner fra myndigheter, byggherre og leietakere. I oppgraderingsprosjekter innebærer mulighetsstudien ofte at det oppstår en iterativ prosess der man går flere runder for å få til løsninger som tilfredsstillende og dekker behov, ønsker og visjoner, og som samtidig er innenfor de fysiske og økonomiske forutsetningene for prosjektet.

6. Byggherrens og leietakeres krav og ambisjon

Byggherrens behov, ønsker og visjoner skal gjennom gode beskrivelser omsettes til krav som skal være styrende for prosjektet og som kan måles i ettertid. Byggherrens krav utover de som er gitt i teknisk forskrift kan sammenlignes med hvilket ambisjonsnivå prosjektet har. Hvis ambisjonene er høyere enn minimumskravene som står i gjeldende forskrifter, må dette fremgå tydelig i beskrivelsen. Figur 5 viser en sammenligning av tilstandsprofil, myndighetskrav, og kravene til byggherren eller leietakeren. Figuren illustrerer ikke bare avstanden mellom dagens tilstand og forskriftskrav, men sier også noe om avstanden mellom dagens tilstand og byggherrens ambisjon.

Nivå 1. Byggherrens ambisjon



Figur 6. Bygningens tilstand er definert i TG 0-3 (TG 0 tilsvarer TEK10 i figuren). Utover forskriftskravene har også byggherren og brukeren krav og ambisjoner innfor ulike områder som energi, kulturhistorisk verdi, egnethet osv. Ambisjonene kan være høyere enn forskriften og illustreres med de grønne søylene i figuren.

Krav fra byggherren kan eksempelvis omfatte ønsker om bevaring av kulturhistoriske verdier. Også disse kravene kan gå utover kravene som stilles av myndighetene.

I likhet med byggherren kan leietakeren også ha høyere ambisjoner enn hva tekniske forskrifter krever. Kravene kan også være høyere enn det som faktisk er mulig å få til innenfor de fysiske begrensningene til den eksisterende bygningsmassen som skal opp-

graderes. Når en bygning skal programmeres for en kjent bruker skal de etter lovbestemmelser involveres i prosessen. Det er byggherrens ansvar å påse at kravene fra brukerne bli godt beskrevet i funksjonsbeskrivelsen som utarbeides for de prosjekterende i neste fase.

Markedet forventer i stadig større grad at bygninger som oppgraderes har høye mål om energibruk, og aller helst tilfredsstillende et miljøklassifiseringssystem. For å få oppgradert til et konkurransedyktig og fremtidsrettet bygg gjelder det derfor så tidlig som mulig å vurdere hvordan bygningen kan oppgraderes til høy ytelse innen fornuftige økonomiske rammer.

7. Kostnadsanalyse, merverdi og lønnsomhet

Kostnadsanalyse

I forkant av kostnadsanalysen av en oppgradering er det viktig å vurdere hva som skal tas med for å få til en ambisiøs oppgradering med et helhetlig og langsiktig perspektiv.

Ved beregning av prosjekterings- og byggekostnader for bygninger oppgradert i henhold til minimumskravene i forskriften kontra en mer ambisiøs oppgradering, er det vanlig å ta utgangspunkt i hvilke tiltak som gjeldende TEK krever. Deretter må man beregne merkostnad for nødvendige ekstra-tiltak for å oppnå et miljøvennlig bygg.

Omfanget av ekstratiltak varierer med prosjektets ambisjoner. Energiklasse A, passivhus eller BREEAM-NOR *Excellent* vil kreve ulike tiltak både på bygningskroppen og tekniske anlegg. Merkostnadene er avhengig av hvilke løsninger som velges, i hvilken grad tekniske systemer kan forenkles og hvor dyktige rådgivere og entreprenører som velges. Slike beregninger gir imidlertid sjelden et fullgodt bilde av reelle merkostnader.

Det er vesentlig om merkostnadene inkluderer besparelser knyttet til tekniske installasjoner. Redusert varme- og kjølebehov på grunn av isolert bygningskropp og utvendig solskjerming, vil som regel føre til behov for enklere varme- og kjølesystemer. Tradisjonell prising av installasjoner pr m² kan føre til at byggherren ikke blir godskrevet denne besparelsen, og byggherren bør her stille krav til dokumentasjon av både reelle kostnadsøkninger og besparelser.

Det kan være vanskelig å innhente riktig pris på nullalternativet dvs. tiltak som uansett må gjøres på grunn av teknisk slitasje. Ber man om alternative priser på normal- kontra miljøbygg, er det dessuten viktig å være klar

over at entreprenører ofte priser taktisk. Det kan være utslagsgivende for kostnader hvorvidt entreprenørene skal konkurrere på TEK-alternativet eller på miljøalternativet, og hvordan de da priser normalbygg kontra miljøbygg.

Merkostnader for oppgradering endres over tid. Økt etterspørsel etter komponenter og arbeidskraft som kan tilfredsstille nye miljøkrav, gir økt kunnskap, bedre teknologi og konkurranse. Dette kan gi lavere priser og reduserer byggekostnader på grunn av at man oppnår bedre miljøkvaliteter. I en overgangsfase vil prosjektspesifikk opplæring og ekstra energi- og miljøspesialister kunne bidra til økte prosjekteringskostnader for miljøbygg. Etter hvert som arkitekter og rådgivere får økt erfaring, vil denne merkostnaden reduseres og kanskje elimineres (Bye, Kenneth, 2011). Flere eiendomsaktører har uttalt at prosjekter med høyt miljøfokus ikke gir økte byggekostnader, og at merkostnad for et passivhus eller lavenergibygg kun skyldes at når denne typen bygg fortsatt er i en pilotfase kreves ekstra opplæring og kvalitetssikring.

Lønnsomhet

Ved beregning av lønnsomheten av oppgradering til miljøbygg, er det flere parametere som må tas med i regnestykket enn prosjektkostnad og sparte energikostnader. Det er viktig å inkludere parametere som leieinntekter, eierkostnader og avkastningskrav som igjen påvirker salgsverdien.

Internasjonal forskning i USA, Europa og Canada dokumenterer stor verdiøkning for miljøbygg. Det rapporteres om 5 – 20 % økte leieinntekter og 10 – 25 % høyere salgspris for miljøbygg i undersøkelser der det ellers er korrigert for beliggenhet, størrelse og alder på byggene (Kok, Nils og Nysteen, 2014). Økte leieinntekter oppnås fordi lokalene har lavere driftskostnader og bidrar til bedre omdømme

for leietaker. Høyere salgspris oppnås fordi forventet avkastningskrav er lavere. Dette bygger igjen på en forventning om økt miljøfokus hos investorene. Flere utenlandske investorer og finansinstitusjoner stiller nå miljøkrav til sin eiendomsportefølje.

I Norge går utviklingen i samme retning selv om vi ligger etter. Norske eiendomsaktører rapporterer om 2 – 6 % høyere leieinntekter, 1 % lavere eierkostnader og 0,2 % lavere avkastningskrav for miljøbygg. Erfaringstallene gjelder for rehabilitering i og nær storbyene, og det kan ikke forventes tilsvarende verdiøkning over hele landet med det første.

Grønne leieavtaler

Grønne leieavtaler er utformet for å motivere leietaker og utleier til en løpende diskusjon om stadige miljøforbedringer. Samtidig skal avtalen regulere en rimelig fordeling mellom investeringskostnader, driftsbesparelser og miljønytte. Utleier kan avskrive eventuelle merkostnader ved ekstra miljøtiltak, og leietaker får dokumenterte lavere driftskostnader knyttet til energibruk, renhold og vannforbruk.

Flere aktører, med Norsk Eiendom i spissen, har utarbeidet en mal for grønne leieavtaler som består av et grønt bilag og et frivillig tillegg kalt *grønn bruksavtale*, som stiller krav til hvordan selve bruken av bygget/lokalene skal være så energieffektiv og miljøbevisst som mulig.

Grønne bilag

Grønt bilag er en endring i prinsippet om at en leieavtale innebærer å levere tilbake et bygg i nøyaktig samme stand som det var da avtalen ble inngått som ved leietidens utløp. I stedet skal utleier og leietaker i samarbeid bidra til å redusere byggets eller lokalenes negative miljøpåvirkning, og fremme en bærekraftig utvikling.

Grønne bruksavtaler

Grønn bruksavtale spesifiserer krav til både leietaker og utleier innenfor energiforbruk, materialvalg, inneklima, avfallshåndtering, vannforsyning, transport og pleie av utendørsarealer, slik at begge parter bidrar til miljøvennlig bruk og drift av lokalene. Kravene som stilles skal være målbare, slik at man fortløpende kan kontrollere at avtalen følges. Slike avtaler krever engasjement fra begge parter og kan være særlig krevende hvis det er flere leietakere i bygget.

Fremtiden...

Større investorer er tydelige på at miljøriktige bygg har lavere risiko, og at høy miljøstandard gir bedre restverdi på byggene. DNB er en stor investor som uttaler at de om ti år slett ikke vil investere i bygg som ikke kan dokumentere en høy miljøkvalitet. Dette fordi dokumenterte miljøbygg, med for eksempel BREEAM-sertifikat, har lavere risiko for ikke å møte kommende forskriftskrav, vil være stadig mer attraktive for leietakerne, og oppnår mer fornøyde kunder som ønsker å bli over tid.

I det engelske markedet er det etablert såkalte «Green Bonds», hvor man utsteder obligasjoner med pant i denne typen bygg med lavere risiko. Green Bonds står for Qualified Green Building and Sustainable Design Project Bonds. Slike ordninger forventes også å komme til Norge.

Henvisninger:

[Mal for grønne leieavtaler](#)

www.noeiendom.no

Breeam-Nor

<http://ngbc.no/breeam-nor>

8. Støtteordninger

Muligheter og forutsetninger for støtte bør avklares så tidlig som mulig i prosjektets tidlige fase. En søknad om støtte stiller ofte krav som må innarbeides i både beskrivelser og prosjektering.

Enova

Enova har en investeringsstøtte for rehabilitering opp mot lavenergi og passivhusnivå etter standarden NS 3701. De har også støtte for enkelttiltak. Investeringsstøtten gis til bygningsmessige tiltak og forbedring av tekniske systemer og varme, og kjøleanlegg som reduserer energibruken. Støtte gis også for omlegging til fornybare energikilder. Støtten kan søkes av byggeier eller leietaker i næringsbygg.

Prosjektet må ikke være igangsatt eller besluttet gjennomført ved søknad. Enova har også flere støtteordninger for fornybar energi, fjernvarme og ny teknologi

Lavrisikolån

Innovasjon Norge har visse finansieringsmuligheter ved oppgradering av bygninger, eksempelvis lavrisikolån.

Verneverdige bygninger

Eiere av fredete bygninger og anlegg kan få dekket antikvariske merutgifter, helt eller delvis, etter søknad.

Eiere kan søke fylkeskommunen eller Sametinget om støtte. Tilskuddsordningen er primært forbeholdt fredete bygninger i privat eie. Fylkeskommunene/Sametinget har ulike frister. Mange fylkeskommuner gir også tilskudd til kulturminnevern, vanligvis med en søknadsfrist pr. år. Alle frister kunngjøres i lokalpressen. Søknadsskjema fås ved henvisning til den enkelte fylkeskommune.

Kulturminnefondet gir tilskudd til verneverdige kulturminner og kulturmiljøer. Det skal stimulere til økt verneinnsats fra eiere og

næringsliv, og bidra til å sikre at et mangfold av kulturminner og kulturmiljøer bevares og aktiviseres som grunnlag for opplevelse, kunnskap, utvikling og verdiskaping.

Henvisninger:

www.enova.no

www.innovasjon Norge.no

Tilskuddsordninger fredete bygninger:

[Kulturdepartementet](#)

[Riksantikvaren](#)

[Kulturminnefondet](#)

9. Valg av energibesparende løsninger

Forbildeprosjekter

Forbildeprosjekter (se linker på side 1 og sammendrag på side 25) viser eksempler på energiambisiøse oppgraderinger med ulike ambisjonsnivå og hvordan kravene påvirker valg av løsninger.

Ambisjonsnivå

En energieffektiv oppgradering kan oppnås ved tiltak på bygningskroppen, de tekniske systemene og energiforsyningen.

Målbare ambisjonsnivåer knyttet til energieffektivisering kan spesifiseres gjennom å angi krav til nullutslippsbygg, passivhusnivå, lavenerginivå, gjeldende krav i teknisk forskrift eller krav på energimerkenivå og oppvarmingskarakter. Andre miljøklassifiseringssystem som innbefatter andre kategorier enn kun energi for et mer bærekraftig bygg eksempelvis BREEAM Nor, LEED og BREEAM In Use, kan også tas i bruk.

Tabell 2. Fordeling av målbare ambisjonsnivåer innenfor kategorien bygningskropp, energiforsyning og materialer

Bygningskropp og tekniske system	Energiforsyning	Materialer
Miljøkl. system	Miljøkl. system	Miljøkl. system
Nullutslippsbygg (ZEB)	Nullutslippsbygg (ZEB)	Nullutslippsbygg (ZEB)
Energimerking	Energimerking	DOK
Passivhusnivå	Passivhusnivå	
Lavenerginivå	Lavenerginivå	
TEK 10	TEK 10	

En ambisiøs energioppgradering av yrkesbygninger bør ta utgangspunkt i å oppfylle kravene til varmetap og netto energibehov i passivhus eller lavenergi-

bygninger etter NS 3701 eller opp mot ZEB-nivå. Det betyr normalt at hele eller deler av klimaskallet må etterisolerers.

I et verneverdig bygg vil tiltak på bygningskroppen opp til TEK-nivå eller høyere, ofte være vanskelig å gjennomføre. Ved oppgradering av verneverdige bygninger er det derfor bruk av energimerkeordningen, et klimagassregnskap eller andre miljøklassifiseringssystemer det mest egnede valget. Dette kan også være aktuelt for bygninger som ikke er verneverdige.

For en bygningskropp der løsninger som tilfredsstillter TEK eller høyere ikke er fullt gjennomførbare, kan forbedring av tekniske anlegg, utskifting eller kraftig forbedring av komponenter (for eks. vinduer og dører), og bruk av fornybar energi oppveie dette.

Ved valg av løsninger bør tilknyttede støtteordninger ses på (se kapittel 8 Støtteordninger).

Valg av energitiltak.

Den utførte tilstandsanalysen og tilhørende energiberegningen på bygningen skal være et godt utgangspunkt for kartlegging og videre implementering av energitiltak. For å sikre seg at også inneklimate tilfredsstilles bør dagslysregninger og inneklimasimuleringer utføres.

- Kartlegg de store varmetapene

Bygningskroppen: Finn ut hvor bygningen har det største varmetapet, høy U-verdi og store arealer.

- Effektiviser tekniske system

Effektiviser de tekniske systemene, og benytt muligheter for å gjenbruke varme. (Varmegjenvinning og SFP)

- Miljøvennlig energikilde med høy virkningsgrad

Energikilde: Kan man skifte energikilde til mer miljøvennlig og med bedre virkningsgrad?

Materialvalg og gjenbruk

Muligheter

Ved en ambisiøs oppgradering er det viktig å ha fokus på å redusere energibruk til nye materialer gjennom å:

- konkretisere tiltak for materialgjenvinning og økt gjenbruk av byggavfall.
- konkretisere tiltak for avfallsreduksjon og avfallsforebygging
- konkretisere tiltak for å sikre at miljøgifter håndteres forsvarlig og leveres til godkjente mottak.
- se etter miljødata, for eksempel miljødeklarasjoner (EPD) på nye materialer og sammenligne alternativer.

I bygninger med lavt energibehov kan det være ugunstig rent miljømessig å bruke ressurser på et nytt energisystem som eksempelvis vannbåren varme, istedenfor elektrisk oppvarming og luftbåren varme.

Tenk på gjenbruk i framtiden gjennom å begrense utvalg av materialer. Bruk komponenter med lang levetid, høy generalitet, fleksible forbindelser, fornuftig lagdeling og med tilgjengelig informasjon.

Hensyn

LCA-analyser er en metode for å se den totale miljøpåvirkning som et byggemateriale har fra råvareutvinning, produksjon, transport og avhending. Med større energieffektivitet og dermed mindre CO₂-utslipp i driftsfasen øker den relative andelen CO₂-utslipp som går til materialer beregnet over hele bygningens livsløp. Energieffektive bygninger bruker ofte mer materialer til isolasjon og tekniske installasjoner. Disse to faktorene kan bidra til å øke andelen energi og CO₂-utslipp som ligger i materialer over levetiden.

Henvisninger Materialvalg:

[UPGRADE-rapport:](#)

[-Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer](#)

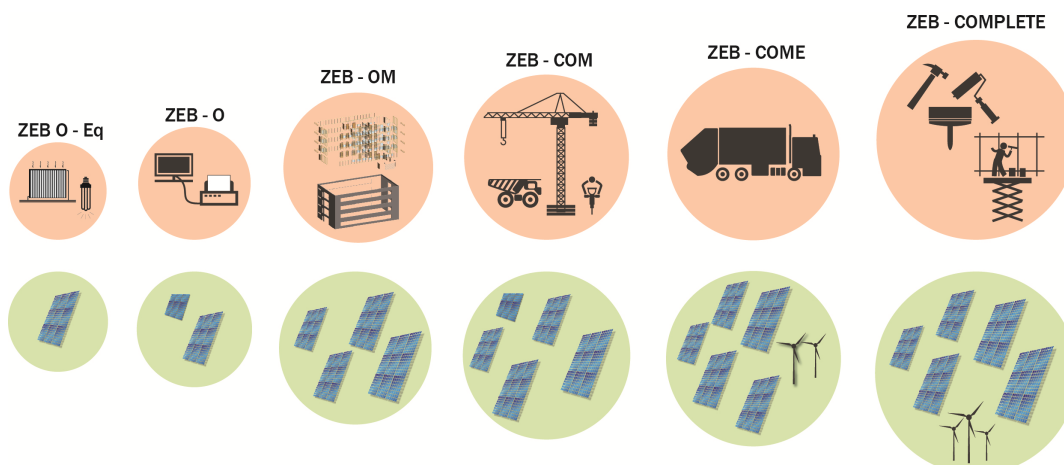
[-Miljøanalyse av vannbåren varme versus direkte elektrisk varme i bygninger](#)

[SINTEF Byggforsk:](#)

[Byggdetaljer:](#)

[470.101 Livsløpsvurdering \(LCA\) av byggevarer og bygninger. Innføring og begreper](#)

[470.103 Miljødeklarasjoner \(EPD\) av byggevarer](#)



Figur 7 illustrerer ulike definisjoner/nivå av nullutslippshus

Kilde: Forskningsprogrammet Zero Emission Buildings

Bygningskroppen

Følgende tekst beskriver muligheter og hensyn som må tas ved energiltak på bygningens klimaskall oppdelt per bygningsdel.

Yttervegger

Muligheter

For energieffektiv oppgradering av yttervegg bør man tilstrebe utvendig etterisolering for å redusere/eliminere kuldebroer. Endringer av eksteriør på verneverdig bygg med utvendig etterisolering vil ofte ikke tillates og bør unngås. Innvendig etterisolering kan da vurderes etter gjennomført tilstandsanalyse og vurdering av risiko. I enkelte tilfeller vil det være akseptabelt med utvendig etterisolering av vegger som ligger mot bakgård o.l.

Kuldebroer og tetthet: Fokus bør ligge på reduksjon av kuldebroer og utettheter i overganger mellom bygningsdeler og materialer, se videre tetthet og kuldebroer.

Hensyn

Vernerestriksjoner: Ved oppgradering av verneverdige bygninger vil kravene til bevaring av bygningsskallet og tetthet være særlig utfordrende. Utvendig etterisolering kan ofte være uaktuelt, og tilstrekkelig innvendig etterisolering kan gi økt kuldebroeffekt og risiko for bygningsfysiske skader over tid. Dette kan gi indirekte tap av kulturhistoriske verdier.

Juridiske restriksjoner: Ved utvendig etterisolering kan tomte-, regulerings- og høydegrensener kan være en utfordring i en ambisiøs oppgradering.

Tekniske forutsetninger: Det må være gjennomført en tilstandsanalyse som kartlegger kritiske deler av konstruksjonen med tanke på risiko for skader som ofte kan oppstå i overgangen mellom trekonstruksjoner i dekket og murvegger. I forkant av et innvendig isoleringstiltak må tilstanden av bjelkeender i murbygninger være kartlagt og gradert som tilstandsgrad 0 eller 1. I tillegg må utvendige overflater (fasadeflater) være i så god stand at fukt fra utsiden ikke kan trenge inn i konstruksjonen, og at fukt har mulighet til å tørke ut.

Henvisninger yttervegger:

UPGRADE rapporter:

[- Fuktsikker innvendig etterisolering av mur- og betongvegger](#)

- Fuktsikre løsninger for yttervegger og overganger i mur- og betongbygg
Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:
Byggdetaljer

[471.XXX U-verdier \(Flere anvisninger\)](#)

Byggforvaltning

[620.016 Større tiltak i eksisterende bygninger](#)

[723.312 Etterisolering av betongvegger](#)

[723.314 Etterisolering av murvegger](#)

[Riksantikvarens veileder: Råd om energisparing](#)

Gulv og etasjeskillere

Muligheter

Det enkleste tiltaket som kan forbedre U-verdien er å fore opp eksisterende gulv. Ved ønske om å beholde romhøyde må eksisterende gulv fjernes. Isolasjonsmaterialer som aerogel- og vacuumisolasjon kan vurderes brukt når romhøyde er kritisk.

Hensyn

Ved etterisolering av gulv er det som oftest romhøyden som setter begrensninger, og det er dermed oftest utfordrende å få utført store energiltak på denne bygningsdelen. Også her er det avgjørende at det er foretatt tilstandskontroll i kritiske punkter, spesielt i murgårder der trebjelkelag er innmurt i yttervegger. Etterisolering av gulv mot kalde kjellere forutsetter at kjellerrommet er tørt og har god ventilasjon.

Henvisninger gulv:

UPGRADE rapport:

- Fuktsikre løsninger for yttervegger og overganger i mur- og betongbygg

Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:

Byggforvaltning

[722.506 Etterisolering av etasjeskillere over kjeller og kryperom](#)

Tak

Muligheter

For ambisiøs oppgradering bør fokus være på forbedret U-verdi og lufttetthet. For å oppnå en lav U-verdi på taket kreves oftest at taket etterisoleres, alternativt bygges om til et kompakt tak. Ved innvendig etterisolering må fukttekniske konsekvenser utredes ved en grundig tilstandsanalyse.

Hensyn

Juridiske restriksjoner: Ved utvendig etterisolering kan nedfelte kote-høyder for bygningen begrense mulighetene for tiltak på taket.

Ved en verneverdig bygning vil kravene til bevaring av bygningsskallet og tetthet være særlig utfordrende. Etterisolering som endrer takets eller tak utstikkets utseende vil ofte være uaktuelt. Det finnes løsninger for å isolere fra innvendig side, men utvendige tiltak vil uansett bli nødvendig. De kan gjennomføres på en slik måte at opprinnelig utseende likevel kan beholdes. Utførelsen av avrenning og nedløp kan ha stor betydning for det arkitektoniske uttrykket for bygningen. For verneverdige bygg bør de originale bygningsmaterialene/bygningsdelene beholdes eller gjenskapes med samme type materialer.

Etterisolering i oppforede tretak og kalde loftsetasjer kan skape kondensproblemer. Spesielt for oppforede tretak er det viktig å bruke fuktsikre metoder for etterisolering.

Henvisninger tak:

UPGRADE rapport:

- Fuktsikre løsninger for yttervegger og overganger i mur- og betongbygg

Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:

Byggdetaljer

[471.013 U-verdier. Tak](#)

[525.207 Kompakte tak](#)

Byggforvaltning

[725.118 Skader i kompakte tak. Årsaker og utbedring](#)

Vinduer

Muligheter

Vinduer er den bygningsdel som oftest har de dårligste opprinnelige U-verdiene, og har dermed stort energieffektiviseringspotensiale. I fasader med stor prosentandel vindusareal, vil utskifting /forbedring av vinduenes U-verdi alene trolig være det mest energieffektive tiltaket.

U-verdi: For å forbedre verneverdige vinduer, kan montering av en innvendig vareramme være et mulig alternativ. Det er også mulig å skifte ut glasset, og beholde karm og ramme.

Ved store vindusarealer er behovsstyrte solavskjermingssystemer og gode soltransmisjonsegenskaper på vinduene viktig for å redusere kjølebehovet i bygget.

Hensyn

Vinduene er ofte viktige bygningselementer på verneverdige bygninger, og de har stor betydning for det arkitektoniske uttrykket.

Krav i tekniske forskrifter på at tilstrekkelig dagslys når inn i bygningen må tilfredsstilles; reduisering av vindusareal eller skifte til vinduer med høyere solfaktor kan redusere solinnstrålingen.

Henvisninger vinduer:

[Energieffektive bevaringsverdige vinduer](#) (SINTEF 2012)

Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:

Byggdetaljer

[571.594 Isolerruter. Lys- og varmetekniske egenskaper](#)

Byggforvaltning

[620.016 Større tiltak i eksisterende bygninger](#)

[723.638 Utskifting av vinduer](#)

Tetthet

Muligheter

For å oppnå en energieffektiv og tett bygning, er følgende punkter spesielt viktige:

Lufttetthetsmåling og termografering identifiserer eksisterende utettheter og kuldebroer. Krav om ettermåling ved ferdig oppgradering, verifiserer tiltak.

Klemte skjøter på både vind- og dampspærre med riktig bruk av tettelsesninger som eks. tape/fugemasse og byggskum rundt vinduer og dører, gir varige og bestandige tettelsesninger.

Unngå perforering av dampspærre ved å legge utlekting *inn* i rommet der man kan legge rørføringer og el. Sett krav til å holde antallet gjennomføringer på et minimum og bruk mansjetter.

Hensyn

For å klare dagens strenge energikrav er det helt sentralt å oppnå tette detaljer. For det første må bygningsdelene være tette i seg selv, men det mest utfordrende er å oppnå tette overganger mellom bygningsdeler og mellom bygningsdeler og komponenter (som for eks. vinduer, dører og gjennomføringer).

Eldre bygninger bør vurderes av eksperter med kompetanse på eldre bygningskonstruksjoner, slik at sekundære negative effekter av tettingen av bygget ikke oppstår.

Ved tetting av klimaskall, må eventuelt reduksjon av ufrivillig lufting kompenseres via et ventilasjonsanlegg for å sikkerstille et godt og forbedret inn klima uten trekk.

Henvisninger tetthet:

Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:

Byggdetaljer

[520.401 Lufttetting av bygninger.](#)

Byggforvaltning

[720.032 Termografering av bygninger](#)

[720.035 Måling av bygningers luftlekkasje](#)

Kuldebroer

Muligheter

For å oppnå en energieffektiv bygning er følgende punkter for kuldebroer viktige:

Identifiser kuldebroene. Sjekk tegninger og gjennomfør termografering for å identifisere de største kuldebroene og utfordringene.

Simuleringer og beregning av enkelte og total kuldebroverdi gir et bilde av om kuldebroenes påvirkning på bygningens varmetap. Typiske kuldebroer er betongsøyler i vegglivet, vindusomramminger og etasjeskiller av betong ut i vegglivet.

Utvendig etterisolering reduserer de fleste kuldebroene, innvendig etterisolering kan i verste fall øke effekten av den. Tilstreb dermed utvendig etterisolering, hvis ikke bygningen er verneverdig, se «Yttervegger»

Redusering av kuldebroer gir redusert energibruk og i tillegg bedre termisk komfort.

Hensyn

Når bygningen isoleres bedre, får kuldebroene relativt sett større betydning. Kuldebroer er spesielt en utfordring ved innvendig etterisolering og i overganger mellom konstruksjonsdeler og materialer. Kuldebroer øker risikoen for fuktproblemer og kan redusere den termiske komforten i bygningen.

Henvisninger kuldebroer:

UPGRADE rapporter:

[- Fuktsikker innvendig etterisolering av mur- og betongvegger](#)

-Fuktsikre løsninger for yttervegger og overganger i mur- og betongbygg

Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:

Byggdetaljer

[471.015 Kuldebroer. Konsekvenser og dokumentasjon av energibruk](#)

[472.XXX Kuldebroverdier \(flere anvisninger\)](#)

Tekniske system

Oppgradering av de tekniske systemene kan gi betydelige innsparinger i energibruk og er svært viktig for å få et energieffektivt bygg.

Ved verneverdige bygninger der tiltak på bygningskropp er redusert, er potensialet på energibesparelser større for de tekniske installasjonene og valg av energikilde.

Ventilasjon

Muligheter

Gjenbruk av det eksisterende kanalnett i kombinasjon med behovsstyrt ventilasjon er en god mulighet ved oppgradering. Gjenbruk av kanalnett med nye styringskomponenter er et kostnadseffektivt og miljøvennlig alternativ til å installere et nytt kanalnett. I verneverdige bygg hvor synlige endringer er uønsket, er dette et godt alternativ, se henvisninger.

Bruk av naturlige krefter og hybrid ventilasjon kan også være et alternativ å benytte seg av. For eksempel kan trappoppgang brukes som ventilasjonskanal, se pilotbygget Kjørbo.

Behovsstyrt ventilasjonen (DCV) reduserer overventilasjon ved lav personbelastning som sammen med effektivisering av vifter (SFP) og varmegjenvinning, reduserer energibehovet.

Hensyn

Takhøyde og vernerestriksjoner på interiør i den eksisterende bygningen er utfordrende både ved plassering av ventilasjonsaggregatet og gjennomføring og fordeling av de nye

Henvisninger ventilasjon:

[UPGRADE rapport:](#)

[AP2- Gjenbruk av ventilasjonskanaler ved oppgradering til behovsstyrt ventilasjon](#)
[reDuCe Ventilation- Veileder Behovsstyrt Ventilasjon](#)

Byggforskerien fra SINTEF Byggforsk:
[421.503 Krav til luftmengder i ventilasjonsanlegg](#)
[552.351 Fordeling av ventilasjonsluft i rom](#)

[Eksempelbygg Solbråveien: Gjenbruk](#)
Eksempelbygg Kjørbo: Hybrid ventilasjon

ventilasjonskanalene.

Energisystem

Skifte av energisystem kan gi betydelige innsparinger av den leverte energien.

Muligheter

Ved verneverdige bygninger der tiltak på bygningskropp er vanskelig, ligger det et stort potensial i å skifte ut energisystemet til en annen kilde med høy virkningsgrad. På den måten kan man redusere den leverte energien og forbedre bygningens energimerke.

Det bør også gjennomføres en mulighetsstudie for bruk av fornybar energi; solfanger eller solceller, grunn, sjøvann eller luftvarmepumpe, avhengig av avhengig av beliggenhet og behov.

Gjenbruk av varme- og kjøledistribusjon (rør), samt gjenbruk av varme- og kjøleenheter med nye termostatventiler, kan redusere uønskete endringer i verneverdige bygninger og bedre regnskapet for klimagassutslipp.

Behovsstyring av lys, ventilasjon, varme og kjøling, reduserer energibehovet og kan redusere størrelsen på innkjøpt energisystem.

Hensyn

Oppvarming og kjølesystem skal gi hele bygningen en tilfredsstillende termisk komfort. Valg av energikilde, distribusjonssystem og dimensjonering er viktig å tilpasse det enkelte bygget. Vernerestriksjoner på interiør kan begrense mulighetene for skifte av distribusjonssystem i bygningen.

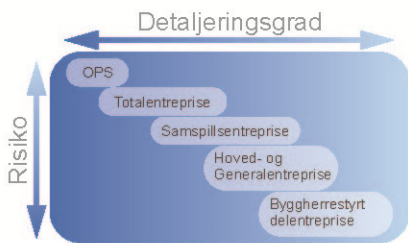
Henvisninger energisystem:

[UPGRADE rapport:](#)

[Miljøanalyse av vannbåren varme versus direkte elektrisk varme i bygninger](#)

10. Entrepriseformer

Byggherrens oppgaver omfatter valg av entrepriseform, risikofordeling og valg av rådgivere som skal være med å beskrive prosjektet.



Figur 8 viser en skjematisk sammenheng mellom valg av entrepriseform, risikofordeling og behov for detaljering av beskrivelsen.

Offentlig-Privat-Samarbeid og totalentrepriser er entrepriseformer der entreprenøren tildeles ansvaret for leveransebeskrivelse, kostnader og selve utførelsen i prosjektet. En byggherrestyrt delentreprise innebærer at mange underentreprenører skal koordineres. Denne formen for entrepriseforutsetter at byggherren påtar seg arbeidet med å beskrive de ønskede løsningene, og tar på seg all risiko for at de endelige løsningene blir tilfredsstillende. Dette krever som regel god kunnskap om tekniske fag, og er mer tidskrevende for byggherren. Byggherrestyrte entrepriser egner seg ved tidspress.

For verneverdige bygninger er det mange ganger kun mulig å velge én utførelse. En beskrivelse må i dette tilfelle ofte ha høyt detaljeringsnivå uavhengig av entrepriseform.

11. Prosjektdefinisjon

Prosjektdefinisjonen er en milepel som markerer slutten av behovsutredningen i tidligfase, og er tidspunktet for å definere prosjektet i en prosjektplan. Definisjonen bør være omforent og samle informasjon som gir klare og tydelige forutsetninger for prosjektet fra byggherren eller leietakeren. Dokumentasjonen beskriver valg av grunnlag

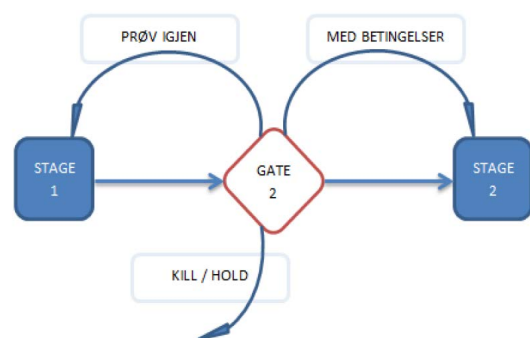
for videre programmering og definerer prosjektets totale rammeforutsetninger.

Tiltransportering av rådgivere

For å sikre kvalitet og ha kontinuitet i et større prosjekt, er det viktig å ha en eller flere personer som følger byggeprosessen fra tidligfase over i prosjekteringsfasen.

12. Stage gate

For å sikre at det overordnede målet for byggherre og bruker blir oppnådd i prosjektet, kan man benytte en såkalt "Stage-gate" modell ved hver milepel i prosjektet. I sin enkleste form består den av en serie arbeidsfaser hvor selve prosjektarbeidet foregår. En "Stage-gate" er en beslutningsport hvor prosjektdefinisjonen og resultater fra foregående arbeidsfase evalueres opp mot gitte vilkår. Det må tas en avgjørelse om prosjektet må bearbeides, gå videre til neste arbeidsfase eller skal avbrytes (Gomsrud, 2012). Før oppstart av neste fase er det viktig for byggherren å påse at alle nødvendige forutsetninger ligger til grunn også for den påfølgende fasen.



Figur 9. Virkemåte stage-gate

13. Beskrivelse av bygningens tekniske egenskaper – funksjonsbeskrivelse

Det er gjennom programutviklingen og via beskrivelsen av bygningens tekniske egenskaper at byggherrens eller brukerens behov, visjoner og ønsker skal konkretiseres og realiseres.

Byggherren har ansvar for å bidra og sikre at det blir utarbeidet en optimal beskrivelse av bygningens tekniske funksjoner på bakgrunn av gjeldende rammeforutsetninger, bygningstype og valg av entreprisform. Ofte er det en erfaren arkitekt som får oppgaven som programmeringsleder. Vedkommende har som hovedoppgave å samle all relevant informasjon og skrive sammen byggeprogrammets ulike deler.

Krav som er beskrevet i form av en *funksjonsbeskrivelse* er av slik art at den åpner for tolkning for de prosjekterende rådgiverne, som skal omsette funksjonen til fysisk form. Den funksjonsbaserte beskrivelsen gir entreprenøren større frihet til å tilby en rekke ulike alternative utførelser innenfor prosjektets rammebetingelser. Det er derfor hensiktsmessig å lage en funksjonsbeskrivelse når man velger å gjennomføre prosjektet ved valg av entreprisformer der byggherren overlater til entreprenøren å velge endelig løsning innenfor avtalt pris.

En beskrivelse av kravene til bygningens tekniske egenskaper som *detaljbeskrivelse* med fysiske bestemte løsninger er mer rettet mot utførende håndverkere. Denne formen for beskrivelse kan velges når prosjekteier ønsker en spesifikk løsning og henter inn priser direkte fra flere leverandører.

En mer detaljert beskrivelse brukes gjerne som grunnlag i oppgaver tilknyttet økonomi, vedlikehold eller kontroll. Eksempler på bruksområder er:

Mengdeberegninger
kostnadskalkyler
årskostnader
drift og vedlikehold

Detaljeringsgrad

Beskrivelsen bør utformes slik at den forstås av ulike målgrupper som skal prosjektere løsninger. Prosjekterende rådgivere er som regel arkitekter, rådgivere og spesialrådgivere men i noen tilfeller kan det også være en entreprenør eller en leverandør som skal lese og forstå beskrivelsen. En måte å ivareta alle nivåer fra prosjekterende til utførende er å skrive den tekniske kravspesifikasjonen på flere nivåer (en, to eller tresifret) etter NS 3451 bygningsdelstabellen.

Bruk av standarder

Følgende kapittel ser nærmere på standarder som gir et godt grunnlag for beskrivelser.

Bygningsfunksjonstabellen, NS 3455, har en inndeling som tilrettelegger for en fullstendig beskrivelse av en bygning, vurdert ut fra funksjon. Nivå 1.

Bygningsdelstabellen, NS 3451 en beskrivelse av bygningens fysiske elementer. Nivå 2.

Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner, NS 3420/21 er den mest omfattende standarden og beskriver hvilke delprodukter bygningen består av og er den eneste standarden som omfatter overflatebehandling. Nivå 3.

Ved bruk av kjente standarder er det enklere å sikre at alle relevante punkter innenfor de ulike tekniske fagene i blir ivaretatt. De tre foreslåtte standardene kan kombineres etter behov.

Bygningsfunksjonstabellen, NS 3455 og P.366

Bygningsfunksjonstabellen, NS 3455 med tilhørende veiledning P-366, strukturerer og kategoriserer informasjon om bygg og anlegg. Inndelingen kan brukes til en fullstendig beskrivelse av en bygning, vurdert ut fra funksjon.

NS 3455 er standarden som er mest hensiktsmessig for å beskrive funksjonskrav som i stor grad overlater til prosjekterende og entreprenører å foreslå løsninger.

Veilederen P. 366 har to formål. Det første er å definere tolkningstekster, som forklarer hva de enkelte bygningsfunksjonene på tosifret nivå dekker, og inneholder et forslag til videre underdeling på tresifret nivå.

Det andre er å vise hvordan bygningsfunksjonstabellen kan brukes i et byggeprogram og som grunnlag for dokumentasjon av funksjonskrav basert på definerte brukerfunksjoner.

Beskrivelse etter bygningsdeler, NS 3451

NS 3451 kalles også for bygningsdelstabellen og er godt kjent blant prosjekterende, entreprenører og leverandører. Standarden fastlegger, deler inn, systematiserer, klassifiserer og koder informasjon om ulike deler og tekniske anlegg i en bygning. Detaljeringsgraden kan tilpasses ulike faser i byggeprosessen, og egner seg derfor godt også som et utgangspunkt for videre detaljering i prosjekteringsammenheng.

NS 3451 er egnet for en beskrivelse av de tekniske egenskapene i prosjekter der byggherren ønsker et bestemt kvalitetsnivå. Standarden kan også brukes for å beskrive spesifikke løsninger og brukes som referansesystem for merking av bygningens deler på tegninger, skjemaer og fysisk i den ferdige bygningen.

Detaljerte beskrivelser, NS 3420

NS 3420/21 omfatter standardiserte beskrivende tekster for bygg, anlegg og installasjoner, og er det mest komplette og omfattende systemet for norsk byggenæring innen tekniske beskrivelser, beskrivelse av materialer og kalkulasjon av mengder. Standarden er omfattende og henviser til mer spesialiserte standarder der det er nødvendig. Ferdige poster med tilknyttede tekstkoder gjør at systemet er enkelt å bruke.

Ferdige poster med tilknyttet tekstkoder gjør at systemet er enkelt å bruke. NS 3420 er den eneste standarden som ivaretar toleranser i overflatebehandling og er derfor hensiktsmessig å henviser til dersom det er lagt stor vekt ved sluttbehandling og overflater.





Henvisninger:

Byggforskserien fra SINTEF Byggforsk:

Planlegging

[220.010 Programmering av byggeprosjekter](#)

Eksempelbygg

									
Bygg		Middelthuns gate 29	Malmskriveveien 4	Fredrik Selmers Vei 4	Powerhouse Kjørbo				
Merkning	Byggeår	Energiklasse B		Lavenergistandard Energiklasse B		Passivhusstandard Energiklasse A BREEAM: Very Good		Passivhusstandard Energiklasse A BREEAM: Outstanding	
		1964		1971		1982		1980	
		Fredet. Omfatter eksteriør, deler av interiør		Høye ambisjoner!		Høye ambisjoner. Bygges rundt eks. Datahall i drift		Powerhouse ambisjoner	
		BRA 16874 m ²		4044 m ² 4556 m ²		32000 m ² 34832 m ²		5180 m ²	
Bygningskonsept	Før Etter		Før Etter		Før Etter		Før Etter		
	Tak	1	0,18	0,29	0,1	0,5	0,12	0,20	0,08
	Fasade	0,48	0,38	0,61	0,18	0,3	0,17	0,30	0,15
	Kuldebro	0,15	0,09	0,16	0,04	0,12	0,04		
	Gulv	0,70 kjeller (0,15 gulv)		0,5	0,38	0,1	0,1	-	0,12-0,16
	Vinduer	2,50	1,35	1,9	0,86	1,8	0,72	1,80	0,80
	Solskjerm	Ekstern vestfasade	Ny Ekstern	Utvendig screen		Utvendig screen		Utvendig screen	
	Tetthet	1,15 h ⁻¹	1,0 h ⁻¹	2,6 h ⁻¹	1,1 h ⁻¹	1,5 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	-	0,23 h ⁻¹
Tekniske systemer	Belysning	Behovsstyrt; flux. 17,1 kWh/m ² år 6 W/m ²		12 W/m ² lux	500 Behovsstyrt tilstede og flux. 5,0 W/m ²	Behovsstyrt tilstede og flux.		Behovsstyrt tilstede, flux og tid. T5, 9 W LED	
	Ventilasjon	CAV	VAV SFP 1,8 kW/m ³ /s Vgv: 79%	CAV SFP 3,0 kW/m ³ /s Vgv:	VAV SFP 1,6 kW/m ³ /s Vgv: 85%	CAV	VAV SFP 1,5 kW/m ³ /s 85%	CAV	CAV cellekontor, VAV landskap
	Kjøling	Friskluftinntak via kulvert 21,5 kW Komfortkjøling		Sentral kjøling på ventilasjon Kjøleffekt 65,8 W	Nattkjøling på ventilasjon. Dataromkjøling	Komfortkjøling fra returvann fra kjøling av datahall		Sentral kjøling og kjølebufflar	Sentral kjøling Fortrengnings-ventilasjon
	Energikilde og distribusjon system	Elektriske panelovner	Fjernvarme med radiatorer.	Fjernvarme	Fjernvarme med radiatorer og konvektorer	Fjernvarme på ventilasjon. Elektriske oppvarming via tilluft	Overskuddsvarme fra datahall via VP. Fjernvarme spisslast	Fjernvarme	Bergvarme og solceller
Energi	Energiytelse	Målt (levert): 213 kWh/m ² år Beregnet levert: 120 kWh/m ² år Beregnet netto: 119 kWh/m ² år	Målt (levert): 282 kWh/m ² år Beregnet netto: 207,5 kWh/m ² år	Beregnet levert: 76,4 kWh/m ² år Beregnet netto: 76,1 kWh/m ² år	Målt (levert): 190 kWh/m ² år Beregnet levert: 68 kWh/m ² år Beregnet netto: 72 kWh/m ² år	190 kWh/m ² år Beregnet levert: 68 kWh/m ² år Beregnet netto: 72 kWh/m ² år	Målt (levert): 240 kWh/m ² år Beregnet levert: 45 kWh/m ² år		
Kostnad	Kostnad og støtte	Total: 152 MNOK Enova: 2,5 MNOK		Total: 95 MNOK Enova: 1,9 MNOK		Total: 500 MNOK Enova: 18,5 MNOK		-	
Annet	Gjenbruk, gjenvinning og avfall	Fokus på gjenbruk og miljøvennlige materialer. Gjenbruk av eksisterende teakdører.				Fokus på gjenbruk og miljøvennlige materialer. Lavkarbonbetong, resirkulert metall i fasade.		Stort fokus på gjenbruk og nullutslipp. Gjenbruk av eksisterende glassfasade til innervegger.	
	Annet	Ekspontert betong		Ekspontert betong		A/V redusering		Ekspontert betong	
	UU	Iht NS 11001-1							
Inneklima	UU	Aksept temp. over 26 °C Iht NS 11001-1		Klasse 1 / 2		Klasse 1 / 2			

*eks mva

Figur 9 Oversikt over eksempelbygg som har vært med i prosjektet.

Referanser

Arge, K. 2008: *Tverrfaglighet og fagkompetanse i prosjekters tidligfase*. Prosjektrapport 28, ISBN 978-82-536-1041-2. SINTEF Byggforsk.

Arge, K. og Landstad, K. 2002: *Generalitet, fleksibilitet og elastisitet i bygninger. Prinsipper og egenskaper som gir tilpasningsdyktige kontorbygninger*. Prosjektrapport 336, ISBN 82-536-0776-8. Norges byggforskningsinstitutt.

Bye, K. 2011: *Markedsgrunnlag for miljøbygg i Norge*. Masteroppgave ved Norges Teknisk Vitenskapelige Universitet NTNU.

Hauge, Å.L., Mellegård, S.E. og Amundsen, K.H., 2011: *Beslutningeprosesser i borettslag og sameier. Hva fører til bærekraftige oppgraderingsprosjekter?* Prosjektrapport 82, ISBN 978-82-536-1234-8. SINTEF Byggforsk Akademiske forlag.

Kalhagen, K. O. et.al, 2011: *Konsekvensanalyse av å innføre nye forskriftskrav til energieffektivisering av bygg*. Rapport. Multiconsult.

Eichholtz, P., Kok, N. & Quigley, J.M. 2010: *The economics of green building*.

Gomsrud, E. S., 2012. *Verdifokusert tilnærming til prosjekt*. Masteroppgave ved Norges Teknisk-naturvitenskapelige Universitet NTNU.

UPGRADE – Veileder for energiambisiøs oppgradering av yrkesbygg

Det er mange hensyn å ta for byggeiere som vil gjennomføre ambisiøse energioppgraderinger. Det er langt mer enn valgene av tekniske løsninger som avgjør hvor vellykkede slike prosjekt blir, og mange vurderinger som må gjøres i tidligfase.

UPGRADE- veilederen tilbyr en helhetlig, stegvis gjennomgang av hvordan man bør gå fram i en slik prosess. Tilstandsanalyser, mulighetsstudier, kostnadsanalyse, støtteordninger og beskrivelser som bidrar til å nå målet om en ambisiøs oppgradering, er alle tema som inngår i veilederen. Andre hensyn som bør vurderes når man skal oppgradere et verneverdig yrkesbygg blir også beskrevet.

Målgruppen for veilederen er byggherrer og leietakere, men den retter seg også mot dem som ønsker mer informasjon om energiambisiøs oppgradering av eksisterende bygninger.

Veilederen er utarbeidet i forskningsprosjektet UPGRADE Solutions som har som mål å få i stand flere ambisiøse oppgraderinger av eksisterende yrkesbygg. Det gjøres både gjennom å kartlegge potensialet for energioppgradering, og ved å utvikle og samle gode løsninger.

En stor takk til alle partnere i UPGRADE Solutions som har bidratt med deres tid og kunnskap.

www.upgradebuildings.no