



KOMMUNAL- OG REGIONAL DEPARTEMENTET
Utredning av mulige komponentkrav ved rehabilitering
av bygg

Utgave: [Revisjon]
Dato: 2012-06-27

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	KOMMUNAL- OG REGIONAL DEPARTEMENTET
Rapportnavn:	Utredning av mulige komponentkrav ved rehabilitering av bygg
Utgave/dato:	[Revisjon] / 2012-02-03
Arkivreferanse:	-
Oppdrag:	528665 – Komponentkrav ved rehabilitering av bygg
Oppdragsbeskrivelse:	Formålet med utredningen som skal utføres er å få en oversikt over komponentkrav som kan stilles til eksisterende bygg når komponenter skiftes ut
Oppdragsleder:	Førland-Larsen Arne
Fag:	Bygg
Tema	Energi
Leveranse:	Rapport / utredning
Skrevet av:	Arne Førland-Larsen
Kvalitetskontroll:	Per F. Jørgensen/Espen Løken
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

Rapporten er gjennomgått med Kommunal- og regionaldepartementet i møter med referansegruppe og i egne møter. Vi har mottatt viktige innspill fra Kommunal- og regionaldepartementet og referansegruppen, som er tatt hensyn til ved utarbeidelse av rapporten.

Referansegruppe for rapporten har vært:

Rådgiver Hans Olaf Delviken	Kommunal og regional departementet
Fagdirektør Ingunn Marton	Kommunal og regional departementet
Daglig leder Øyvind Skarholt	Byggevarerindustrien forening / BNL
Teknisk sjef Ole Petter Haugen	EBA / BNL
Seniorrådgiver Toutain Jun Elin Wiik	Norges vassdrags- og energidirektorat
Senioringeniør Knut Helge Sandli	Direktoratet for Byggkvalitet
Prosjektleder Are Rødsjø	Husbanken
Rådgiver Oddvin Breiteig	Norsk Teknologi
Seniorrådgiver Kristin Helena Amundsen	NBBL

Siv. Ing. Arne Førland-Larsen har vært prosjektleder og kontaktperson for oppdraget.

Oppdraget er utført av en tverrfaglig gruppe ansatt ved Asplan Viak:

Elektro ingeniør Kjell Magne Graftås
Bygningsfysikk ingeniør Preben Brekke Rotwitt
Bygningsfysikk Siv. Ing. Bjørn Erik Andersen
Energi PhD Espen Løken
Energi Ing. Ronnie Hollsten
Energi Siv. Ing. Peter Bernhard
Kvalitetssikring Siv. Ing. Per F. Jørgensen

Sandvika, 27.06.2012

Arne Førland-Larsen
Oppdragsleder

Per F- Jørgensen
Kvalitetssikrer

Summary

In order to fulfill national objectives for energy reductions in the building sector, energy efficiency has to be improved in new buildings and additionally in existing buildings. /27/.

Major renovations of existing buildings, should be regarded as an opportunity to take cost-effective measures to enhance energy performance.

Major renovations are cases such as those where the total cost of the renovation related to the building envelope and/or energy installations such as heating, hot water supply, air-conditioning, ventilation and lighting is higher than 25 % of the value of the building.

However, the improvement of the overall energy performance of an existing building does not necessarily always mean a total renovation of the building. Renovations may also be, and often are, small renovations of one or more buildings components. Regulation and strategies for improving energy performance necessarily have to address these small renovations.

Incorporation of minimums energy efficient demands for these renovations projects in national legislation is considered important, and it is considered to be a central measure for upgrading existing buildings.

The scope of this project is to investigate and outline possibilities for stating minimum standards and requirements for the energy performance building components. The minimum standards should cover building components in existing buildings which are replaced entirely or building components which are partly renovated. An example on partly renovation is replacement of the outer wood skin on a façade or outer wall. The associated demand may be a requirement for upgrading the wall to a minimum insulation standard along with upgrading the façade skin.

The overall scope of the report is:

- To propose and definition for "Building component"
- To propose building components which could / should be a part of a minimum standard
- To propose energy efficient levels for specific building components
- To evaluate private cost consequences for private and professional building owners
- To discuss various demands for different building types, ex. non domestic buildings/ domestic building
- To discuss complementary incentives, and synergies with the existing Norwegian subsidy systems (Enova, Husbanken), for improving energy performance of the Norwegian building stock.

The definition of a building component; "A building component is an identifiable building part, combined building parts or technical systems which may be replaced or upgraded separately. Building components are parts of an entire building envelope or a part of the technical installations of the building. Technical components may be single components or multiple components making and combined technical system".

With this definition, the building components windows, outer walls, pumps, fans, ventilation systems, artificial lighting systems and energy managements systems, are included.

This report implement and survey of all building components suitable for minimum energy performance demands, and the outcomes are that a wide range of different components can be included: We consider that the following components can / may be given requirements:

- Building components in the building envelope
 - Slaps facing unheated basement or outdoor air
 - Outer walls
 - Roof
 - Windows
 - Sun shading
- Technical systems / building components
 - Minimum requirements for heat recovery of ventilation plants
 - Minimum requirements for specific fan power (SFP-factor) of ventilation plants
 - Temperature control and night set back for the heating systems
 - COP for boilers
 - COP for heat pumps
 - SPP for pumps
 - Minimum insulation on technical heat pipes
 - Monitoring system for energy performance management systems
 - Energy efficiency for lighting systems
 - Systems for reduction of parasite energy consumptions in buildings

Cost efficiency is calculated for average local climate conditions, marginal upgrade investments cost, calculation rate 4%, energy price 1,1nkr./kWh (excluded taxes). Calculations are presented for selected components from the list above.

In general it is cost-effective to upgrade building envelopes with poor energy standard. Building with an energy standard close to current building regulations (TEK 10), shows a lower return of investment when upgraded.

Replacement of some of the proposed building components, are cost efficient to an energy standard close to current Norwegian regulation for new buildings.

Major general findings from cost-effectiveness upgrading assessments and calculations are:

- Replacement of windows are cost-effective down to a U-value of 0,8 W/m²K – far below the current Norwegian Building regulation
- Energy efficiency requirements for renovation of outer walls, roofs and slaps are not cost effective to a level equal to Norwegian Building regulation.
- Energy efficiency requirements for heat recovery, fans, lighting system are in general profitable

Demands for different building types are considered. The recommendations are that there are no arguments for divided demands for the building envelope, for domestic and non-domestic buildings.

Conclusions from assessments of technical systems are that there are large options for improving overall energy performance through upgrading.

Proposal for two alternative strategies for implementation minimum building component requirements in Norwegian building regulation are presented.

For both proposed strategies are likely and possible energy efficiency levels for different building components presented.

Complementary incentives and synergies with existing Norwegian subsidy systems, Enova and Husbanken are discussed, and supplementary initiatives are suggested for improving market awareness of energy efficient building component upgrades.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Forord	8
2	Innledning	9
3	konklusjon og anbefaling	11
4	HOVEDRAPPORT	13
4.1	Definisjon av en «komponent»	13
4.2	Sentrale forutsetninger i utredningen.....	17
4.3	Generelle føringer for valg av strategi for komponentkrav	19
4.4	Samlet strategi for komponentkrav	27
4.5	Samspill mellom komponentkrav og offentlige virkemidler	31
4.6	Behov for supplerende utredninger	35
5	Status - Perspektiv – potensial	36
5.1	Status nasjonal regulering og EU direktiver	36
5.2	Potensial for energireduksjon i eksisterende bygningsmasse.....	37
5.3	Vurdering	37
6	Komponentordninger i andre nordiske land	39
6.1	Danmark	39
6.2	Sverige.....	43
7	Komponentdefinisjon og strategier for innføring av krav	47
7.1	Komponentdefinisjon.....	47
7.2	Gjennomføring av komponentkrav – og prinsipp for krav til komponenter.....	47
7.3	Gjennomføring av komponentkrav – mulige samlede strategier for komponentkrav 50	
8	aktuelle Komponenter for komponentkrav	54
9	Metodiske forutsetninger og antagelser.....	56
9.1	Kost nytte vurderinger - nåverdi	56
9.2	Typebygg	59
9.3	Interessenter i markedet.....	61
10	Komponentanalyser – vurderinger	63

10.1	Boliger.....	63
10.2	Yrkesbygg	64
10.3	Bygningskomponenter – detaljerte vurderinger – leseveiledning.	65
10.4	Bygningskomponenter detaljerte vurderinger boliger	68
10.5	Bygnings komponenter detaljerte vurderinger yrkesbygg	76
10.6	Kvalitative vurderinger av bygningskomponenter for boliger og yrkesbygg.....	88
11	Praktisk konsekvens av alternative strategier for komponentkrav	101
11.1	Komponent krav strategi 1 og 3.....	102
12	GJELDENE OG FREMTIDIGE KRAV FRA ØKODESIGNDIREKTIVET - ECODESIGN DIRECTIVE 2009/125/EC	106
12.1	I Gjeldende krav til bygningskomponenter	106
12.2	II a Kommende krav til bygningskomponenter som har trådt i kraft i EU	107
12.3	II b Kommende krav til bygningskomponenter som forventes å trå i kraft innen kort tid	107
12.4	III Framtidige krav til bygningskomponenter	108
12.5	Arbeidsplan I	108
12.6	Arbeidsplan II	108
12.7	Innføring av nasjonale krav som er strengere enn kravene i økodesigndirektivet .	109
12.8	Energisparepotensialet i EU i 2030 for energirelaterte produktgrupper	110
13	marginal nåverdi for energitiltak	112
14	Referanser.....	117
15	Vedlegg	118
15.1	Vedlegg 1 Forutsetninger for energiberegninger - boliger.....	118
15.2	Vedlegg 2 Forutsetninger for energiberegninger – yrkesbygg	121
15.3	<i>Vedlegg 3 Nåverdi for ulike komponent tiltak.....</i>	123
15.4	<i>Vedlegg 4 Rehabiliterings investeringskostnad for komponent oppgraderinger</i>	134
15.5	<i>Vedlegg 5 Netto energireduksjon for yrkesbygg</i>	141
15.6	<i>Vedlegg 6 – Levetider</i>	142
15.7	<i>Vedlegg 7 – TEK 10 – Energitiltak og minste krav til bygget energikvalitet og energiforsyning.</i>	143

15.8	<i>Vedlegg 8 – Veileder til tiltak med positiv kost nytte verdi – BR 10 Danmark.....</i>	145
15.9	<i>Vedlegg 9 – Solcelle salget i Danmark</i>	157
15.10	<i>Vedlegg 10 – Netto energireduksjon boliger</i>	159

1 FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av Kommunal- og regionaldepartementet til å utrede muligheter for å sette komponentkrav ved rehabilitering av bygg.

Rapporten er gjennomgått med Kommunal- og regionaldepartementet i møter med referansegruppe, og i egne møter. Det er mottatt viktige innspill fra Kommunal- og regionaldepartementet og referansegruppe, som er tatt hensyn til ved utarbeidelsen av rapporten.

Følgegruppen har hatt 2 møter i prosjektperioden, der rapportutkast med forslag til struktur og innhold er diskutert. Direktoratet for Byggkvalitet og KRD har gjennomført to supplerende møter i prosjektperioden.

Grunnet tidspress har rapporten blitt kommentert parallelt med at den har blitt ferdigstilt.

Asplan Viak takker alle i følgegruppen for nyttige og konstruktive innspill til rapporten.

2 INNLEDNING

Arnstad-rapporten/27/ foreslår et mål om 10 TWh/år reduksjon i levert energi til drift av bygg i 2020 i forhold til dagens nivå på 80 TWh/år, og reduksjon på 40 TWh/år i 2040.

Ut fra dagens nybygg- og rivningsrate, vil minst 8 TWh/år av besparelsen på 10 TWh/år i 2020, måtte hentes i eksisterende bygningsmasse, da det tar mange år før nybygg som bygges nå og årene fremover vil utgjøre et signifikant volum av den samlede norske bygningsmassen.

Det er mulig å gjennomføre energieffektive tiltak ved mindre rehabiliteringer/ vedlikehold og ombygginger/ rehabiliteringer. Det vil da være av stor betydning at bygningskomponenter, vinduer, faste vegger mm. som utskiftes eller vedlikeholdes blir oppgradert til en god energistandard, da disse komponentene typisk har lang levetid. Det er også viktig at tekniske installasjoner som ventilasjonsanlegg, oppvarmingssystemer mm. oppgraderes og fornyes med komponenter med best mulig ytelser og energieffektivitet.

Formålet med utredningen, er å få en oversikt over komponentkrav som kan stilles til eksisterende bygg når komponenter skiftes ut. Komponentkrav kan være krav som per i dag er en del av TEK10, men kan også gå ut over disse. Utredningen forslår derfor også nye supplerende krav, der dette er relevant.

Oppgaven var å gi svar på følgende spørsmål:

1. Overordnede føringer og strategi for innførelse av komponentkrav herunder:
 - a. En drøftelse av begrepet «komponentkrav», og forslag til definisjon av dette skal inngå i leveransen.
 - b. Skal det stilles ulike krav til ulike interessenter, private eneboliger, yrkesbygg, offentlige bygg?
 - c. Hva slag type komponenter er det naturlig å stille krav til?
 - d. Hvilke typer komponenter er det ikke naturlig å stille krav til og skal det differensieres på krav i forhold til rehabiliterings omfang?
 - e. Hvilke ulemper og kostnad vil eventuelt komme i kjølvannet av en introduksjon av komponentkrav?
 - f. Hvordan kan det tenkes at kravene bør justeres i fremtiden?
 - g. Det skal vurderes i hvilken grad ulike komponentkrav kan føre til at suboptimale løsninger velges og dermed hindrer større energieffektiviseringstiltak.
2. Er praksis i rehabiliteringsprosjekter i dag av en slik karakter at komponentkrav ikke er nødvendig / formålstjenlig?
3. Samordning/ samkjøring mellom eksisterende økonomiske insentiver/ støtteordninger og nye komponentkrav.
4. I hvilken grad skal livssyklussegenskaper- klimagassutslipp og kostnytte vurderinger reflekteres i komponentkravene?
5. Eventuelle behov for ytterligere utredninger skal beskrives.

Tidlig i prosjektfasen ble muligheten for å bruke livssyklusvurderinger- klimautslipp som parameter i komponentkrav diskutert. Det ble vurdert at datagrunnlaget for en slik vurdering per i dag er for usikkert til å kunne anvendes, og det ble vedtatt kun å benytte kostnytte vurderinger i utredningen, basert på nåverdi beregninger.

Rapporten er strukturert med:

1. Konklusjon og anbefaling – avsnitt 3
2. Hovedrapport – avsnitt 4
3. Underlagsrapport med vedlegg med flere dyptgående analyser og vurderinger – avsnitt 5 – 12, og vedlegg.

Strukturen gir mulighet for å lese rapporten på ulikt detaljnivå, men gir nødvendigvis en del gjentakelser.

3 KONKLUSJON OG ANBEFALING

Komponentkrav nødvendig for å utløse energisparepotensial i eksisterende bygningsmasse

For å utløse energieffektiviseringspotensialet som anslått i bl.a. Arnstadrapporten, er det nødvendig å gjennomføre omfattende energieffektiviseringstiltak i eksisterende bygningsmasse. Noe av potensialet vil kunne utløses ved å stille ambisiøse energikrav ved omfattende rehabiliteringer, men slike krav kan også avskrekke byggeiere fra å gjennomføre rehabiliteringer. Når en byggeier skifter et vindu eller fasade, vil det gå typisk 30 år før han skifter tilsvarende bygningsdel igjen. Ved å stille energikrav til enkeltkomponenter ved utskifting og vedlikehold, kan man sikre gradvis heving av tilstanden på hele bygningsmassen og hindre «klattutbedring» for å unngå å utløse energikrav.

En komponent i denne sammenhengen er en identifiserbar bygningsdel, deler av bygg eller tekniske installasjoner som kan utskiftes eller oppgraderes enkeltvis.

Hvilke komponentkrav bør prioriteres

Energikrav til komponenter kan og bør gjennomføres som kombinasjon av betingende og ubetingede krav.

Ubetinget krav er krav om minimum energistandard for komponent når komponenten utskiftes eller vedlikeholdes, uavhengig av tiltakets privatøkonomiske lønnsomhet

Betinget komponentkrav er krav om minimum energistandard når det er privatøkonomisk lønnsomt og teknisk mulig vurdert ut fra vedtatte standardforutsetninger.

Spørsmålet om og hvordan komponentkrav skal innføres i Norge er helt avhengig av om det er et ubetinget overordnet mål å redusere energibruken i eksisterende bygningsmasse, eller om målet er betinget av at det er privatøkonomisk lønnsomt. Rapporten viser at den privatøkonomiske gevinsten av å velge energieffektive løsninger ved mindre utbedringer varierer så mye at man i liten grad kan basere generelle komponentkrav på privatøkonomisk lønnsomhet.

Et unntak er valg av energieffektive vinduer ved vindusutskifting, der det ser ut til å være privatøkonomisk lønnsomt å strekke seg lenger enn dagens TEK 10 -krav tilsier. Å stille et strengere energikrav ved utskifting av vindu er enkelt å realisere i praksis, fordi bygningskomponenten er enkel å indentifisere. Det anbefales derfor et ubetinget komponentkrav til vinduer med U-verdier bedre enn dagens TEK 10 -krav (U-verdi 0,8-0,9 W/m² K).

For valg av energieffektive løsninger ved utskifting av andre bygningstekniske og tekniske komponenter, er det store variasjoner i privatøkonomisk lønnsomhet. Energisparepotensialet og dermed kost- /nytteeffekten er høyest for gamle bygg med dårlig energistandard i utgangspunktet. Her er tiltakene som regel privatøkonomisk lønnsomme og det vil også gi en positiv nåverdi å strekke seg lenger enn gjeldende TEK 10-krav. Dersom komponentkrav betinger privatøkonomisk lønnsomhet, bør strategien være å satse på generell oppgradering av de dårligste byggene til en bedre standard enn gjeldende TEK10-krav.

Det er imidlertid vanskelig å håndheve et krav som ikke gjelder all utskiftning. Her vil stimulanser trolig være et bedre virkemiddel enn et forskriftskrav, der en mindre initierende støtte vil kunne være tilstrekkelig til å utløse tiltak som i har god lønnsomhet.

Behov for tilskuddsordninger

Dersom man ønsker å utløse det fulle tekniske energieffektiviseringspotensialet i eksisterende bygningsmasse, må man innføre ubetingede komponentkrav slik man f.eks. har krav om i Danmark. I Danmark er det komponentkravet tilsvarende minimumskrav for nye bygg for både bygningstekniske og tekniske komponenter. Også her kan det være vanskelig å kontrollere om kravet blir fulgt og det anbefales at komponentkravet suppleres med tilskuddsordninger, som initierende støtte for lønnsomme tiltak og økte støttesatser der komponentkravet ikke er privatøkonomisk lønnsomt.

Generelt er det lettere å stille ubetingede komponentkrav til vinduer, enn isolasjon av yttervegg da produktene er mer entydige og komponentkrav kan forventes å utløse en produktutvikling og økt etterspørsel som igjen senker prisene. Etterisolering, tetthets- og kuldebrokrav er mer relatert til arbeidstimer og kompetanse og er også vanskeligere å kontrollere på byggeplass. Videre er det vanskelig generelt å bestemme evt. følgekostnad, eventuelle bygge/ fukt tekniske problemer, antikvariske hensyn mm.

Generelt bør tilskuddsordninger fokusere Optimalt bør tilskuddsordninger målrettes mot:

1. Komponenter med stort energisparepotensial
2. Identifiserbare komponenter – til eksempel vinduer og ikke sammensatte komponenter som samlet yttervegg
3. Lønnsomme utskiftninger
4. Komponenter med markedspotensial

Rapporten viser en rekke komponenter med potensiale, som supplerer eksisterende Enova støtteordninger

Samtidig er det også viktig at eksisterende initiativer i Lavenergi programmet og Husbanken for kunnskaps oppbygning og viden spredning videreføres, utbygges og målrettas innførelsen av komponentkrav.

Ulike krav for ulike bygningstyper

Med utgangspunkt i rapportens resultater kan det ikke konkluderes at det skal stilles ulike krav til bygningskomponenter for yrkesbygg og boliger. Det er heller ingen teknisk grunn til å stille ulike krav til offentlige og private bygg. Energidirektivet og norske myndigheter har riktignok signalisert at det offentlige bør gå foran, og på bakgrunn av dette kan man velge å stille ulike krav til private og offentlige bygg. Denne rapporten drøfter ikke hvordan et slikt skille evt. burde gjennomføres.

4 HOVEDRAPPORT

4.1 Definisjon av en «komponent»

Som en del av utredningen, er det utarbeidet en definisjon av en «komponent».

En komponent er en identifiserbar bygningsdel, deler av bygg eller tekniske installasjoner som kan utskiftes eller oppgraderes enkeltvis.

Bygningskomponenter er en del av en samlet bygningskropp. Tekniske installasjoner kan bestå av enkeltkomponenter eller være en del av et samlet teknisk system.

Per definisjon er en komponent:

- 1) Bygningsdel - yttervegg, vinduer o.l.
- 2) Teknisk komponent – sirkulasjonspumpe, ventilator o.l.
- 3) Samlet teknisk system – belysningsanlegg, EOS energioppfølging i bygg o.l.

Med definisjonen følger også at krav om andel fornybar energi ikke er en del av et komponentkrav.

4.1.1 Hvor finnes potensialet

Det er gjennomført flere analyser av hvor og hvordan det er mulig og mest effektivt å påvirke energibruken i eksisterende bygg og hvor stort potensialet er. Det vises til rapporter fra Enova barrierestudier /11/, /12/ og /13/, Arnstad rapporten /27/ m. fl.

Tidligere analyser og vurderinger gjort i denne utredningsrapporten, viser at det finnes fire ulike virkemidler/strategier for å påvirke energibruken i eksisterende bygninger. Disse er:

1. Byggets form, innredning og klimaskjerm (vegger, gulv tak, dører og vinduer).
2. Byggets tekniske system
3. Byggets energiforsyning
4. Byggets reelle energibruk i drift – gjennom brukeratferd, energi oppfølging og driftsoptimalisering

4.1.2 Hvor kan det gjennomføres komponentkrav

For nybygg er minstekrav til bygningsdeler og tekniske systemer angitt i TEK 10, kapittel 14. Det vil være naturlig, og i samsvar med det som er gjennomført i andre land og EU's økodesigndirektiv, at minstekrav også benyttes som et utgangspunkt for krav ved renovering og vedlikehold. Det vurderes derfor mulig å påvirke punkt 1 og 2 i kap. 4.1.1 gjennom krav til bygnings- og tekniske komponenter.

Det er også fullt mulig å stille krav til energisystemer, f.eks. krav til større andel fornybar energi i energiforsyningen for et bygg eller til systemvirkningsgrad. Men det vurderes svært vanskelig å gi en generell vurdering av den privatøkonomiske lønnsomhet av et slikt krav, og gjennomføring av slike krav må være i samspill eller koordineres med eksisterende/nye støtteordninger. Det vurderes også at energisystemer generelt ikke kan defineres som en komponent, og derfor ikke skal være en del av et komponentkrav, jvf. tidligere.

Grunnlaget for effektiv energioppfølging (EOS) er en løpende måling av byggets energibruk, fordelt på de vesentligste energiposter. Dette krever formålsdelt måling av energibruk i bygg. Størst potensial for EOS vurderes i yrkesbygg med kompliserte tekniske systemer og flere funksjoner samt i borettslag og større sammenhengende boligbygg.

Det er praktisk mulig å stille komponentkrav til punkt 1-2 over, men det er vanskeligere å stille og formulere spesifikke krav til brukeratferd, punkt 4. Der må kravet stilles indirekte som krav til måling av byggets hovedenergiposter (EOS).

4.1.3 Komponentdefinisjoner i Danmark

Det er vurdert komponentkrav gjennomført i Sverige og Danmark. Ordningen i Danmark vurderes som mest relevant.

Komponentkrav i dansk regelverk ble innført i bygningsreglementet 2010. Ordningen er relativt ny og erfaringer er derfor ikke evaluert.

Bygningskomponenter og tekniske komponenter.

Ved utskiftning:

Den enkelte bygningskomponent må/skal byttes til en komponent som oppfyller gitte minimumskrav. Krav er på nivå med krav til nye bygg.

Ved vedlikehold:

Den enkelte bygningskomponent skal oppgraderes dersom det er kostnadseffektivt. Kriterier for kostnadseffektivitet spesifiseres ved maksimal tilbakebetalingstid for ekstra investering. I vedlegg til det danske regelverket vises til og illustreres eksempler (tegninger og beskrivelse) på tiltak som vurderes å være kostnadseffektive for bygningskomponenter.

Det gis muligheter for unntak, der det ikke er estetisk eller bygge- og fuktteknisk forsvarlig å gjennomføre tiltaket.

Det gis krav til energieffektivitet på komponenter energiforsyningssystemer, varmepumper, kjeler der disse utskiftes.

Energiforsyning

Det gis videre krav til vurdering av fornybar energiforsyning på spesielle områder, som i utgangspunktet vurderes økonomisk lønnsomt. Kravet er gitt til solvarmeanlegg på bygg med høyt tappevannsforbruk, der bygget ligger utenfor et område med kollektiv energiforsyning (f.eks. et konsesjonsområde for fjernvarmeutbygging), men utover dette er det ikke krav til andel fornybar energi i energiforsyningen lik norsk TEK 10 krav.

Kontrollordninger

Det gjennomføres per i dag kun direkte kontroll av enkelt komponenter, for eksempel vinduer, gjennom eksisterende CE merkings kontrollordning. Kontroll av sammensatte komponenter skjer gjennom vanlig byggesaks behandling i den enkelte kommune. Kontrollordning suppleres av informasjonsspredning gjennom bransjepanel, som sprer informasjon videre til markedet.

4.1.4 Aktuelle komponenter for komponentkrav

Med utgangspunkt i komponentdefinisjonen og energipotensialer, er det i utredningen vurdert komponenter det kan være aktuelt å stille krav til.

Komponenter er oppdelt i:

1. Bygningskomponenter, f. eks. vinduer, yttervegger.
2. Tekniske komponenter, f. eks. vifter, pumper
3. Systemkomponenter, f.eks. belysningsanlegg, energioppfølging

Oversikten er ytterligere oppdelt i:

- Komponenter som per i dag er en del av krav i TEK 10 for nybygg
- Komponenter som kunne være en del av krav i fremtidige versjoner av TEK
- Komponenter som per i dag er en del av krav i EU's økodesigndirektiv
- Komponenter som blir en del av kravene i EU's økodesigndirektiv i fremtiden.

Bygningskomponenter	Boliger «BO» Yrkesbygg	TEK		Økodesign direktiv		Egnet for Komponent krav
	Relevant for byggtype	Del av TEK 10 per i dag	Mulig del av TEK	Del av krav per i dag	Del av fremtidig krav	
Dekker mot det fri/kjeller	BO / YR	X				Umiddelbart
Yttervegg	BO / YR	X				Umiddelbart
Yttertak	BO / YR	X				Umiddelbart
Vinduer og ytterdører	BO / YR	X				Umiddelbart
Kuldebroverdi	BO / YR	X				Betinget
Lekkasje / tetthet	BO / YR	X				Betinget
Solavskjerming	YR	X				Umiddelbart

Tekniske komponenter	Boliger «BO» Yrkesbygg	TEK		Økodesign direktiv		Egnet for Komponent krav
	Relevant for byggtype	Del av TEK 10 per i dag	Mulig del av TEK	Del av krav per i dag	Del av fremtidig krav	
Oppgradering ventilasjonsaggregat, bedre varmegjenvinner og SFP	YR	X			X	Umiddelbart

Mulighet for natt- og helgesenking av temperatur	BO / YR	X				Umiddelbart
Energieffektiv biopellets kjele	BO / YR		X		X	Umiddelbart
Energieffektiv olje- / gasskjele	BO / YR	Ikke tillatt å installere for grunnl.	X		X	Betinget der kjele ikke er grunnlast
Energieffektiv varmpumpe	BO / YR		X		X	Umiddelbart
Spesifikke effektpumper	BO / YR		X	X		Umiddelbart
Rørisolasjon	BO / YR		X			Umiddelbart
Varmtvannsbereder	BO / YR		X		X	Betinget
Sparedusj	BO / YR		X			Ikke egnet
Termostatstyring radiatorer	BO / YR		X			Umiddelbart
Elektriske motorer	BO / YR		X	X		Umiddelbart
Eksterne strømforsynere	BO / YR		X	X		Umiddelbart

System komponenter	Boliger «BO» Yrkesbygg	TEK		Økodesign direktiv		Egnet for Komponent krav
		Del av TEK 10 per i dag	Mulig del av TEK	Del av krav per i dag	Del av fremtidig krav	
Balansert mekanisk ventilasjon	BO		X			Betinget
Temperatur- og tidsstyring av el / varme	BO / YR	X				Umiddelbart
Belysning yrkesbygg	YR		X	X		Umiddelbart
Reduksjon av standbyforbruk	BO / YR		X	X		Betinget
EOS energimåling	YR		X			Betinget

Tabell 1 komponenter som det vurderes relevant å vurdere i forhold til et mulig komponentkrav.

4.1.5 Ulike prinsipper for å sette krav til komponenter

Komponentkrav kan spesifiseres på ulike måter, det kan være:

1. Ubetingede komponentkrav

- For utskifting - krav som skal oppfylles når bygningsdelen utskiftes. Typisk krav om at den nye bygningsdelen oppfyller krav for nybygg (eller tilsvarende)
- For større eller omfattende vedlikehold - krav som skal oppfylles der bygningsdelen gjennomgår et større vedlikehold. Typisk krav om at

bygningssdelen oppgraderes til gjeldende krav for nybygg (eller lavere), der den gjennomgår spesifikk definert vedlikehold.

2. **Betingete komponentkrav**, et krav som er betinget av en gitt minimumslønnsomhet ved å gjennomføre tiltaket.
3. **Betingete systemkrav**, et krav om at det skal gjøres en lønnsomhetsvurdering av det samlede systemet.

Kravene kan suppleres med tilskuddsordninger ut fra gitte rammer og betingelser.

Rapporten viser at det er svært vanskelig å stadfeste at et tiltak generelt er lønnsomt for alle typer bygg avhengig av geografisk plassering, energistandard o.l.

Rapporten viser at spesielt systemkomponentkrav, for eksempel krav til energioppfølging, kan være vanskelig å identifisere som spesifikke komponenter.

Generelt vurderes det også at der krav til fornybar energi ikke kan defineres som et komponentkrav.

4.2 Sentrale forutsetninger i utredningen

Energisparepotensial

Energisparepotensialet for de ulike energitiltak / komponentkrav er beregnet for en rekke definerte standardbygg. Modeller for boliger tilsvarer standardbygg i barrierer studier for norske boliger /12/, og for yrkesbygg er det anvendt standardmodell for kontorbygg fra veileder fra C til A /16/.

Beregningene er gjort med programmet SIMIEN versjon 5.010, og er beregnet som besparelse på netto energi.

Resultatene vurderes å være representative for en maksimal mulig energibesparelse, og reell besparelse vil variere fra bygg til bygg. Noen sentrale årsaker til usikkerhet og variasjon er:

- Bruker adferd
 - Innnetemperatur – noen brukere ønsker høyre eller lavere temperatur enn andre
 - Lufting – noen brukere lufter mer ut enn andre
 - Varmt tappevannforbruk
 - mm
- Regionale variasjoner i klima
- Byggets energistandard i utgangspunkt, dårlige standard gir generelt bedre kostnytteverdi ved oppgradering
- Byggets energiforsyning, el, kjel, varmepumpe eller anden forsyning.
- Korreksjoner for flere energitiltak der gjennomføres samtidig.

Nåverdi og lønnsomhet beregningsmetode

Tiltakets lønnsomhet angitt ved nåverdien, beregnes ut fra energibesparelse, investeringskostnad, gitte energipriser, kalkulasjonsrente og økonomiske levetider.

Nåverdien beregnes av følgende formel.

Nåverdi = (Årlig energireduksjon – Økning i FDVU kostnad) * sumfaktor – investeringskostnad

$$\text{Nåverdi} = (E - FDVU) \left[\frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} \right] - I_o$$

E	Årlig energireduksjon / besparelse	kr/ m ² BRA år
FDVU	Øking i vedlikeholdskostnad	kr/ m ² BRA år
r	Kalkulasjonsrente	-
n	Teknisk levetid	år
I _o	Investeringskostnad for tiltak år 0	kr/ m ² BRA

Positiv nåverdi gir et lønnsomt tiltak, og negativ nåverdi gir et tiltak som ikke er lønnsomt.

Investeringskostnad

Investeringskostnad beregnes som marginal ekstrakostnad der det likevel gjøres en oppgradering av en bygningskomponent.

Som eksempel: Der en kledning utskiftes og det ikke er planlagt tilleggsisolasjon og komponentkravet medfører 100 mm ekstra isolasjon, må det medregnes ekstrakostnader til:

- Arbeidslønn og materialer for nødvending utføring av vegg for å gi plass til ekstra 100 mm isolasjon
- Arbeidslønn for levering og montering av ekstra 100 mm isolasjon

Kostnad til rivning, bortkjøring og deponering av eksisterende fasade, ny fasade mm er ikke innberegnet i investeringskostnaden, da dette ikke regnes som ekstra kostnad som følge av komponentkravet.

Energipriser

Som fremtidig energipris er kr. 0,8 kr/kWh, kr. 1,1 kr/kWh og kr. 1,4 kr/kWh eks. mva, lagt til grunn. Nivå for energipriser er valgt for at beregninger og forutsetninger skal være i samsvar med forutsetninger i Enovas barrierestudier /12/ og /13/.

I vurderinger brukes energipris 1,1 kr/kWh eks. mva for yrkesbygg, og 1,4 kr/kWh inkl. mva. for boliger.

Det brukes priser uten mva. for investeringskostnad / energipriser for yrkesbygg, og investeringskostnad / energipriser med mva. for boliger.

Levetider

Det benyttes de tekniske levetider som er vanlig å benytte i enøkanalysesammenheng, i hovedsak med referanse i Enøketaten i Oslo kommune hentet fra /13/.

Avkastningskrav/Kalkulasjonsrente

Høy kalkulasjonsrente gir kort tilbakebetalingstid, og lav rente gir lengre tilbakebetalingstid.

For å vise konsekvensen av ulike kalkulasjonsrenter, er det valgt å beregne kostnytte verdien av alle tiltak for 3 kalkulasjonsrenter, 2, 4 og 7 %.

I generelle analyser brukes alltid kalkulasjonsrente 4 %.

4.3 Generelle føringer for valg av strategi for komponentkrav

Det er svært vanskelig å gi dekkende kostnadsvurderinger for alle mulige kombinasjoner av bygningstyper, tilstand og geografisk beliggenhet.

Beregninger i utredningen viser den variasjonen som vil være for ulike bygninger. Maksimal og minimal investeringskostnad og nåverdi er beregnet utfra maksimal og minimal verdi for alle kombinasjoner av bygg enebolig, leilighet, kontorbygg og alder.

Analysen viser meget stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra negativ nåverdi på opp mot 200 kr /m² BRA til positiv nåverdi større enn 1.000 kr/m² BRA for samme tiltak, se eksempel på yttervegg følgende figur 1.

Følgende avsnitt gjennomgår de generelle konklusjoner for komponenter for boliger og yrkesbygg.

4.3.1 Rapportens vurderinger av komponentkrav boliger og yrkesbygg

Bygningskomponenter

Etterfølgende figur 1 - 5 viser sentrale resultater av analyser for bygningskomponenter

Isolasjon yttervegg bolig

Investerings kostnad inkl. mva			
	Bolig maksimal, kr/m ² BRA	804	
	Bolig minimum, kr / m ² BRA	176	
Energireduksjon			
	Bolig - maks. kWh/m ² år BRA	95	
	Bolig - min. kWh/m ² år BRA	4	
Nåverdi / levetidskostnad inkl. mva		4 %	
	Energipris 1,40 kr/kWh		
	Bolig - min kost nytte	-74	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	1 443	kr/m ² BRA

Figur 1 Yttervegg, variasjon i nåverdi for oppgradering av yttervegger på boliger med ulik alder fra original standard til TEK 10 standard.

Maksimal nåverdi er 1.443 kr/m² BRA, er for enebolig bolig før 1956, der tilleggisoleres med 250 mm isolasjon. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad på 804 kr/ m² BRA (788 kr/m² yttervegg)
- Reduksjon på U-verdi fra 0,96 til 0,19 W/m² K
- Energireduksjon på 95 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 2.300 kr/m² BRA
- Energisparepotensial for typisk bolig før 1956 er ca. 13.800 kWh/år

Minimal nåverdi på -74 kr/m² BRA (ikke lønnsomt) er for en enebolig fra 2000 -2010, som er tilleggisoleres med 100 mm isolasjon. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad 176 kr/m² BRA (226 kr/m² yttervegg)
- Reduksjon på U-verdi fra 0,21 til 0,16 W/m² K
- Energireduksjon på 4 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 100 kr/m² BRA
- Energisparepotensial for typisk bolig 2000-2010 ca. 700 kWh/år

Isolasjon yttervegg yrkesbygg

Investerings kostnad eks. mva		Original til			
		0,18			
Yrkesbygg maksimal	99	"30 bygg"		kr/m ² BRA	
Yrkesbygg minimum	70	"90 bygg"		kr/m ² BRA	
Energireduksjon					
Yrkesbygg - reduksjon for maks. investering	33	"30 bygg"		kWh/ m ² BRA år	
Yrkesbygg - reduksjon for min investering.	3	"90 bygg"		kWh/ m ² BRA år	
Nåverdi / levetidskostnad, eks. mva					
Energipris 1,1 kr/kWh		4 %			
Yrkesbygg - min. kostnytte		-13	"90 bygg"	kr/m ² BRA	
Yrkesbygg - maks. kostsnytte		529	"30 bygg"	kr/m ² BRA	

Figur 2 Yttervegg, variasjon i nåverdi for oppgradering av yttervegger på yrkesbygg (kontorer) med ulike alder fra original standard til TEK 10 standard.

Maksimal nåverdi er 529 kr/m² BRA, er for 1930 kontorbygg, der tilleggisoleres med 200 - 250 mm isolasjon. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad på 99 kr/ m² BRA (340 kr/m² yttervegg)
- Reduksjon på U-verdi fra 1,0 til 0,18 W/m² K
- Energireduksjon på 33 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 630 kr/m² BRA

Minimal nåverdi på -13 kr/m² BRA (ikke lønnsomt) er for 1990 kontorbygg, som er tilleggisoleres med 100 mm isolasjon. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad 70 kr/m² BRA (242 kr/m² yttervegg)
- Reduksjon på U-verdi fra 0,28 til 0,18 W/m² K
- Energireduksjon på 3 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 60 kr/m² BRA

Isolasjon av tak - bolig

Investerings kostnad inkl. mva		Tiltak	
	Bolig maksimal, kr/m ² BRA	139	
	Bolig minimum, kr / m ² BRA	72	
Energireduksjon		Bolig - maks. kWh/m ² år BRA	36
		Bolig - min. kWh/m ² år BRA	5
Nåverdi / levetidskostnad inkl. mva		Realrer	
	Energipris 1,40 kr/kWh		
	Bolig - min kost nytte	-32	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	779	kr/m ² BRA

Figur 3 Yttertak/ loft, variasjon i nåverdi for oppgradering av yttertak på boliger med ulik alder fra original standard til TEK 10 standard.

Maksimal nåverdi er 779 kr/m² BRA, er for enebolig bolig før 1956, som tilleggisoleres med 300 mm blåseisolasjon. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad på 72 kr/ m² BRA (144 kr/m² takk)
- Reduksjon på U-verdi fra 0,81 til 0,15 W/m² K
- Energireduksjon på 36 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 870 kr/m² BRA
- Energisparepotensial for typisk bolig før 1956 ca 5.200 kWh/år

Minimal nåverdi på -32 kr/m² BRA er for en enebolig fra 1981 -1990, som er tilleggisoleres med 50 mm isolasjon (nedforing) Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad 139 kr/m² BRA (208 kr/m² tak)
- Reduksjon på U-verdi fra 0,22 til 0,16 W/m² K
- Energireduksjon på 5 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 110 kr/m² BRA
- Energisparepotensial for typisk bolig før 1981 - 1990 ca. 800 kWh/år

Nye vinduer - bolig

Investerings kostnad inkl. mva		Org til	Org til	Org til	
		1,2	1	0,8	
	Bolig maksimal, kr/m ² BRA	20	50	139	
	Bolig minimum, kr / m ² BRA	15	37	104	
Energireduksjon	Bolig - maks. kWh/m ² år BRA	37	42	48	
	Bolig - min. kWh/m ² år BRA	6	9	13	
Nåverdi / levetidskostnad inkl. mva		4 %	4 %	4 %	
	Energipris 1,40 kr/kWh				
	Bolig - min kost nytte	135	186	193	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	862	956	990	kr/m ² BRA

Figur 4 Vinduer, variasjon i nåverdi for oppgradering av vinduer for boliger med ulike alder fra original standard til TEK 10 standard, lavenerginivå og passivhusnivå

Maksimal nåverdi er 990 kr/m² BRA, er for leiligheter før 1956, der originale vinduer (u-verdi 2,6 W/m² K) byttes med passivhus vinduer. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad på 104 kr/ m² BRA (700 kr/m² vindu)
- Reduksjon på U-verdi fra 2,6 til 0,8 W/m² K
- Energireduksjon på 48 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 1.100 kr/m² BRA
- Energisparepotensial for typisk leilighet før 1956 ca. 4.800 kWh/år

Minimal nåverdi er 135 kr/m² BRA, er for bolig 2001 - 2010, der originale vinduer (u-verdi 1,6 W/m² K) byttes med TEK 10 nivå vinduer. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad på 15 kr/ m² BRA (100 kr/m² vindu)
- Reduksjon på U-verdi fra 1,6 til 1,2 W/m² K
- Energireduksjon på 6 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca.150 kr/m² BRA
- Energisparepotensial for typisk bolig før 2001 - 2010 ca. 2.100 kWh/år

Nye vinduer - yrkesbygg

		Org. til 1,2	Org. til 1,0	Org. til 0,8	Merknad			
Investerings kostnad ekskl. mva	Yrkesbygg maksimal	17	"Alle"	42	"Alle"	117	"Alle"	kr/m2 BRA
	Yrkesbygg minimum (20% vindu av BRA)	17	"Alle"	42	"Alle"	117	"Alle"	kr/m2 BRA
Energireduksjon	Yrkesbygg - maks	38	"30 bygg"	43	"30 bygg"	48	"30 bygg"	kWh/ m2 BRA år
	Yrkesbygg - min.	13	"90 bygg"	3	"TEK 10"	5	"TEK 10"	kWh/ m2 BRA år
Nåverdi / levetidskostnad, eks. mva		Realrente i %						
		4		4		4		
	Energipris 1,1 kr/kWh							kr/m2 BRA
	Yrkesbygg - min. kostnytte	230		15		-22	"90 / TEK 10"	kr/m2 BRA
	Yrkesbygg - maks. kostsnytte	706		776		796	"30 bygg"	kr/m2 BRA

Figur 5 Vinduer, variasjon i nåverdi for oppgradering av vinduer for yrkesbygg (kontor) med ulik alder fra original standard til TEK 10 standard, lavenerginivå og passivhusnivå

Maksimal nåverdi er 796 kr/m² BRA, er for kontorbygg fra 1930, der originale vinduer (u-verdi 2,6 W/m² K) byttes med passivhus vinduer. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad på 117 kr/ m² BRA (583 kr/m² vindu)
- Reduksjon på U-verdi fra 2,6 til 0,8 W/m² K
- Energireduksjon på 48 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 910 kr/m² BRA

Minimal nåverdi er - 22 kr/m² BRA, er for TEK 10 kontorbygg, der originale vinduer (u-verdi 1,2 W/m² K) byttes med passivhus nivå vinduer. Tiltaket medfører:

- Investeringskostnad på 117 kr/ m² BRA (100 kr/m² vindu)
- Reduksjon på U-verdi fra 1,2 til 0,8 W/m² K
- Energireduksjon på 5 kWh/m² år
- Med levetid 30 år er maksimal lønnsom investeringskostnad ca. 95 kr/m² BRA

Oppsummering bygningskomponenter

Der det stilles ubetinget komponentkrav om oppgradering til TEK 10 nivå vil det være svært variert lønnsomhet i avhengighet av hva byggets energistandard i utgangspunkt er. I tillegg vil klimamessige variasjoner øke forskjellen.

Der det velges å stille betinget komponentkrav med utgangspunkt i lønnsomhet, vil det trolig medføre at yttervegger oppgraderes fra 0,18 til 0,3 W/m² K, avhengig av energistandarden i utgangspunktet. Konsekvensen er at ikke alle bygg vil bli oppgradert til TEK 10 nivå, der kravet gjennomføres som betinget krav.

Sannsynlige nivåer som vil realiseres i praksis er vist i følgende.

Yttervegger:

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	0,18	W/m ² K
Ubetinget komponent krav – TEK 10 nivå minimums krav	0,22	W/m ² K
Betinget komponentkrav – Lønnsomhet avh. av utgangspunkt (Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)	0,18 – 0,3	W/m ² K

Ut fra marginalkostnadsberegning av nåverdi fås positiv nåverdi ned til U-verdi på 0,23 W/m² K (konferer avsnitt 12).

Tak – loft:

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	0,13	W/m ² K
Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå minimums krav	0,18	W/m ² K
Betinget komponentkrav – Avhengig av utgangspunkt	0,15 – 0,25	W/m ² K
(Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)		
Utfra marginalkostnad beregning av nåverdi fås positiv nåverdi ned til U-verdi på ~ 0,12 -0,14 W/m ² K (konferer avsnitt 12).		

Gulv mot kjeller:

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	0,13	W/m ² K
Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå minimums krav	0,18	W/m ² K
Betinget komponentkrav – Avhengig av utgangspunkt	0,15 – 0,3	W/m ² K
(Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)		

Vinduer:

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	1,2	W/m ² K
Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå minimums krav	1,6	W/m ² K
Betinget komponentkrav	0,8	W/m ² K

(Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)

Ut fra marginalkostnadsberegning av nåverdi fås positiv nåverdi ned til U-verdi på ~ 1,0 W/m² K (konferer avsnitt 12).

Kuldebroer

Det vanskelig å definere et entydig og ubetinget krav til normalisert kuldebroverdi.

Det vurderes at det kan stilles krav til maksimal verdi for lineær kuldebroverdi der en eller flere bygningskomponenter utskiftes eller rehabiliteres samtidig.

Den utløsende faktor for komponentkravet er mer vanskelig, men et krav tilsvarende krav i dansk regelverk kan være en mulighet.

«Lineær kuldebroverdi oppgraderes der det er mulig i sammenheng med utskifting av en eller flere bygningskomponenter.»

Eksempler på maksimale verdier for lineær kuldebroer kan være (eksempler på nivåer må / skal vurderes for å bestemme det rette nivå):

- Vindu i yttervegg $\Psi < 0,03 \text{ W/m K}$
(krever at vindu er inntrukket fra utside av vindsperre)

Lekasjetall

Tiltaket vurderes generelt å være et kostnadseffektivt tiltak.

Det er vanskelig å definere et entydig og ubetinget krav til tetthet, men det vurderes som mulig å formulere krav til gjennomføringen av tetting av overgangen mellom bygningskomponenter hvor en eller flere komponenter utskiftes eller rehabiliteres. Eksempler på bygningskomponenter er dører, vinduer, porter, glassfasader.

Det er ikke mulig å knytte kravet til et spesifikt krav til målt lekkasje. Kravet må trolig gis som et krav til gjennomføring av tetttiltak.

Solavskjerming

Det vurderes at montering av solavskjerming vil være egnet for komponent krav.

Det vurderes at kravet i tillegg til energireduksjon, vil gi et bedre inneklima.

Oppsummering Tekniske komponenter

Balansert mekanisk ventilasjon boliger

Det vurderes svært vanskelig og gi en generell kostnyttevurdering av et komponentkrav til balansert ventilasjon i eksisterende boliger som ikke har ventilasjon i dag.

Det vurderes at kravet ikke vil være lønnsomt, og det vurderes at det ikke er mulig å sette komponentkrav til balansert mekanisk ventilasjon i boliger. Det vurderes at dersom dette ønskes, må tiltak gjøres gjennom andre incentiver.

Rom regulering og helge og nattsinking av temperatur

Krav til romregulering i alle rom er fullt ut teknisk mulig, og vurderes å kunne gjennomføres som krav for bolig og yrkesbygg. Krav til natt- og helgesinking vil trolig ha størst potensial for næringsbygg.

Pumper yrkesbygg og større boligbygg

Det vurderes å kunne oppnå vesentlige energireduksjoner gjennom tilpasning av pumpe til aktuelt behov, og ved sette krav til energieffektiviteten til pumpen.

Kravet kan være; sirkulasjonspumper for vannbåren varme, tappevann, varmepumper og kjøleanlegg skal oppfylle krav til energimerke A eller tilsvarende.

Isolasjon av rør og komponenter

Det vurderes å kunne gi vesentlige energireduksjoner ved sette krav til energieffektiv isolasjon av rør og rørdeler/komponenter, og det vurderes nødvendig for å tilrettelegge for kommende skjerping at krav til byggets varmetap.

Krav til optimalt valg kan trolig ikke gis som et generelt komponentkrav, men krav til minimumskvalitet fullt mulig.

Danske komponentkrav inneholder krav til isolasjon av rør installasjoner, og det er gitt veiledning til kostnadseffektive oppgraderinger. Komponentkrav i Norge kan / bør suppleres med tilsvarende veiledning til energi- og kostnadseffektive oppgraderinger.

Oppgradering ventilasjons aggregat - varmegjenvinner og SFP.

Det kan oppnås vesentlige energireduksjoner, ved sette krav til ventilasjonsanlegg i yrkesbygg.

Det er stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra 223 kr/m² til 621 kr/m², men generelt er tiltaket lønnsomt.

Den vesentligste årsaken til variasjonen er luftmengde på anlegget. 1930 og 1960 bygg som har mindre luftmengde har mindre energireduksjon i forhold til 1990 bygg og TEK 10 bygg. Investeringskostnad er marginal kostnad for å velge større aggregater, der er nødvendig for å nå bedre gjenvinningsgrad og lavere SFP. Det betyr i praksis at høyde og bredde på aggregater øker. Det er forutsatt at det er plass for dette i tekniske rom. Denne forutsetning vil trolig ikke være korrekt for alle bygg. Komponentkravet kan formuleres som et betinget krav der det er plass i teknisk rom.

Det vurderes at tiltaket har så god nåverdi, at der hvor det er teknisk og praktisk mulig vil det trolig gjennomføres uansett.

Kjeller installert som grunnlast

Det er ikke tillatt å installere oljekjel for fossilt brensel til grunnlast, og i stortingsmelding av 15. mai 2012 er det videre besluttet at oljekjelanlegg skal utfases.

Det vurderes stadig relevant å gi komponentkrav for kjeller som installeres som grunnlast, og det kan gi vesentlige energireduksjoner.

Varmepumper

Luft til luft varmepumper bør have krav til energieffektivitet, tilsvarende komponentkrav i dansk regelverk, der det stilles krav til systemeffektfaktor / COP i avhengighet av varmepumpens størrelse.

Oppsummering systemkomponenter

EOS – formålsdelt energibruk

Det vurderes å kunne oppnå vesentlige energireduksjoner ved sette krav til energieffektiv formålsdelt energibruk, som danner grunnlag for en effektiv energioppfølging, EOS.

Omfanget av delmålingene bør vurderes i forhold til bygningskategori, og ut fra hva som er praktisk mulig i eksisterende bygg.

Det vurderes at kravet enklest og mest operasjonelt gis som et krav til etablering av mulighet for formålsdelt energimåling av et antall energiposter.

Standby forbruk – «parasitt strøm»

Det kan oppnå vesentlige energireduksjoner ved å sette krav til todelte el kurser, spesielt yrkesbygg hvor deler av systemet kan settes på «hvilemodus» utenom driftstid. Det vurderes at dette krever supplerende utredninger.

Belysningsanlegg yrkesbygg

Det kan oppnå vesentlige energireduksjoner ved sette krav til belysningsanlegg i yrkesbygg.

Det er veldig stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger. Nåverdien varierer fra -15 kr/m² til 1130 kr/m², og er generelt lønnsomt.

Den vesentlige årsakene til variasjonen er byggets isoleringsstand. Dårlig isolerte bygg (typisk eldre bygg) gir lavere energireduksjon da en vesentlig andel av energibruken nyttiggjøres til oppvarming. Dette vil ikke gjelde for godt isolerte nyere bygg.

Der det er gjort etterisolering av bygget vil tiltaket vanligvis ha en positiv nåverdi.

4.4 Samlet strategi for komponentkrav

Det anbefales å legge følgende sentrale funn fra analysen til grunn for valg av strategi og praktisk utforming av komponentkrav:

1. Bygningskomponenter

- Der vegger, tak og dekker mot det fri i utgangspunkt har en relativ god energistandard på nivå med minimumskrav i TEK10 er det generelt ikke lønnsomt å oppgradere bygningsdelen.
- Der vegger, tak og dekker mot det fri i utgangspunkt har en relativ dårlig energistandard, er det generelt lønnsomt å oppgradere bygningsdelen.
- Det kan vurderes å differensiere krav. For eksempel kan det stilles strengere krav til bygg som i utgangspunktet har dårlig energistandard. I prinsippet å prioritere oppgradering av alle «dårlige bygg» til høy energistandard, fremfor en strategi der alle bygg oppgraderes til TEK10 nivå. Krav kan tilknyttes / kombineres tilskuddsordning, og krav til samtidig endring av energiforsyning for å tilfredsstille krav til andel fornybar energi i energiforsyningen.
- Det kan vurderes å differensiere krav mellom ulike bygningstyper, *der det er behov for en prioritering*. For boliger der energibruk til oppvarming utgjør en vesentlig del av det samlede energibruk er det generelt viktig å stille krav til bygningskomponenter, mens det for yrkesbygg kan være andre virkemidler som gir større energireduksjoner.
- Dersom det innføres en komponentkravordning, bør det utarbeides en veileder med eksempler på tiltak – da gjerne tiltak som vurderes å være lønnsomme. En del av veilederen må beskrive de vedlikeholdsarbeider som er utløsende for ett komponentkrav.
- Der vinduer skal utskiftes, er det generelt lønnsomt å velge bedre energistandard enn gjeldende krav i TEK 10.

2. Tekniske komponenter

- Det er, spesielt for yrkesbygg men også for noen andre bygningskategorier, et stort energipotensial i å stille komponentkrav til tekniske komponenter,
- Det vurderes at det er et energipotensial å stille krav til komponenter som per i dag ikke omfattes av krav til energistandard i TEK 10. Eksempler på komponenter/produkter er: rørisolasjon og belysning mm.
- Økodesigndirektivet vil trolig kunne supplere komponentkrav til bygg gjennom krav til ventilasjon, varmtvannsberedere, elektriske motorer og eksterne strømforsyninger

3. System komponenter

- Det kan stilles krav til effektiv energioppfølging, men komponentkravet bør gis som krav til måling av og fordeling av byggets energibruk på hovedenergipostene. (Energibruk til oppvarming, tappevann, belysning, viftedrift, kjøling mm.)

Innledningsvis og overordnet må det besluttet på hvilket prinsipielt grunnlag komponentkravet skal bygge.

Det vurderes at det er to overordnede tilganger der kan legges til grund for komponentkravet:

- 1. Oppfyllelse av målsetning om lavenerginivå for rehabiliterte bygg i 2015, og passivhus nivå i 2020. Der det nasjonal økonomisk lønnsomt.**
- 2. Krav til at alle komponentkrav er privat økonomisk lønnsomme.**

Ad. 1.

Komponentkravet må trolig suppleres med tilskuddsordninger der komponentkravet ikke er privat økonomisk lønnsomt

Ad. 2.

Komponentkravet vil trolig medføre at 2015 og 2020 krav ikke nås for alle rehabiliterte bygg.

Utredningen beskriver fire prinsipielle samlede strategier for gjennomføring av komponentkrav, se avsnitt 10.

Med utgangspunkt i utredningens resultater er konsekvensen av to alternative strategier vurdert (strategi 1 og 3).

Strategi 1. anbefales der er en overordnet målsetning å nå lavenerginivå i 2015 og passivhusnivå i 2020

Strategi 3 anbefales der det er kravet til lønnsomhet er en overordnet føring for gjennomførelse av komponentkrave

Den sentral forskjell er jvf. tidligere om kravet er et absolutt krav (ubetinget krav), eller et krav som gjelder der spesifikke betingelser (betinget krav).

Betinget komponentkrav. Når en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig, må den oppfylle en gitt minimumsstandard krav (TEK 10 nivå/ gjeldende TEK eller bedre), forutsatt at tiltaket har en minimum lønnsomhet. Det er vanskelig å oppgi et bestemt fullt dekkende kravsnivå, som alltid vil være lønnsomt. Tabell 2 viser hvilket intervall lønnsomhet for ulike tiltak ligger i. Krav må suppleres med veileder på det som vurderes å være lønnsomme oppgraderinger (gjærne både U-verdier og skisser på tekniske typiske oppgraderinger) og en veileder på vedlikeholdsarbeider som utløser komponentkrav

Ubetinget komponentkrav. Der en bygningskomponent utskiftes TEK 10 nivå eller gjeldende TEK.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for strategiene:

- 1. Betinget komponentkrav** strategi 3 - et tiltak vurderes lønnsomt der det har positiv nåverdi innenfor levetiden, beregnet utfra:
 - a. Marginal investeringskostnad
 - b. Enerkipris på 1,1 kr/ kWh eks. mva. for yrkesbygg og 1,4 kr / kWh inkl. mva. for boliger
 - c. Levetid svarende til teknisk levetid
- 2. Ubetinget komponentkrav** – strategi 1, komponenter som utskiftes skal der det er mulig ha en kvalitet som minimum tilsvarer gjeldende TEK-krav etter tiltaksmodell.

Komponenter som vedlikeholdes skal der det er mulig ha en kvalitet som minimum tilsvarer gjeldende minimums Tek krav. Kravet gjelder uten hensyn til lønnsomhet.

Verdier for spesifikke krav for de to strategiene for komponentkrav er vist i følgende tabell 2. Verdier tar utgangspunkt i gjeldende krav i TEK 10. Komponentkravet «vedlikehold betinget krav» viser sannsynlig intervall for reelt komponentkrav som vil realiseres i praksis, der nivået er bestemt ut fra krav til lønnsomhet av tiltaket.

Bygningskomponenter	BO (Boliger) YR (Yrkesbygg)	TEK		Øko-design-direktiv		Komponentkravet				Handlingsutløsende for utførelse av komponentkrav	Behov for supplerende utredning
		Del av Tek 10 per i dag	Mulig komponentkrav	Del av krav i dag	Del av fremtidig krav	Spesifikt krav	Utskiftning Ubetinget krav til TEK nivå (Eks. Gjeldende TEK 10 nivå, energitiltak)	Vedlikehold Ubetinget krav til TEK nivå (Eks. Gjeldende TEK 10 nivå, minstekrav)	Vedlikehold Betinget krav Sannsynlig realisert nivå med rente 4% og energipris 1,4 kr kWh inkl. MVA)		
Dekker mot det fri/kjeller	BO/YR	X	X			Krav til maksimal U-verdi W/m ² k	0,15	0,18	Lønnsomt nivå 0,15 – 0,30	Nytt golv mot kjeller oppvarmet rom	Veileder for lønnsomme tiltak
										Nytt kjellergulv på grunn	
Yttervegger	BO/YR	X	X			Krav til maksimal U-verdi W/m ² k	0,18	0,22	Lønnsomt nivå 0,18 – 0,30	Etterisolering av murvegg innvendig/utvendig	Veileder for lønnsomme tiltak
										Utskiftning av komplett stendevegg	
										Utskiftning av kledning	
										Nytt puss på betongmuret vegg	
										Montering av større vindu	
Yttertak	BO/YR	X	X			Krav til maksimal U-verdi W/m ² k	0,13	0,18	Lønnsomt nivå 0,15 – 0,25	Rehabilitering av himling mot loftsrom	Veileder for lønnsomme tiltak
										Utskiftning av tak	
										Nytt loftsrom	
Vinduer	BO/YR	X	X			Krav til maksimal U-verdi W/m ² k	1,2 (0,8 – 1,0)	1,2 -1,6	Lønnsomt nivå 1,2 -1,6	Nye vinduer, lavenerginivå er generelt lønnsomt. Bytte av glass ved vedlikehold.	
Kuldebroverdi	BO/YR	X	X			Krav til maksimal lineær kuldebroverdi m ² k	Vinduer 0,3	Ingen	Ingen	Nye vinduer	Veileder for lønnsomme tiltak
Lekkasje / tetthet	BO/YR						Krav til gjennomføring av tetningstiltak	Krav til gjennomføring av tetningstiltak	Krav til gjennomføring av tetningstiltak		Vurderes ikke egnet for spesifikt krav. Krav kan være veiledende. Veiledende må utarbeides
Solavskjerming	YR	X	X			Krav til avskjerming. Maksimal g-verdi for	Total solfaktor avskjerming + vindu <	Ingen	Ingen	Nye vinduer, ny fasade	

						vindu + avskjermi ng	0,15				
--	--	--	--	--	--	----------------------------	------	--	--	--	--

Tekniske komponenter	BO (Boliger) YR (Yrkesbygg)	TEK		Øko-design-direktiv		Komponentkravet				Handlingsutløsende for utførelse av komponentkrav	Behov for supplerende utredning
	Relevans	Del av Tek 10 per i dag	Mulig komponentkrav	Del av krav i dag	Del av fremtidig krav	Spesifikt krav	Utskiftning Ubetinget	Vedlike hold ubetinget	Vedlike hold betinget		
Oppgradering ventilasjon aggregat bedre varmegjenvinner og SFP	YR	X	X		X	Krav til min varmegjenvinning % og SFP kW(m³/s)	Varmegjenvinner 80% SFP 2,0 kW(m³/s)	Ingen	Ingen	Nytt ventilasjonsaggregat hvor plass tillater bedre aggregat	
Temperaturregulering og natt-helgesenking av temp.	BO /YR	X	X			Krav til temp. regulering på radiatorer, panelovner med mulighet for nattesenking	Temperaturregulering på romnivå. Mulighet for natt-helgesenking	Ingen	Ingen	Nye panelovner	
Energieffektiv biopelletskjel	BO / YR		X		X	Krav til systemvirkning sgrad for kjel	Krav til systemvirkning sgrad for kjel	Ingen	Ingen	Utskiftning av eller ny kjel	Krav til min. systemvirkning sgrad
Energieffektiv olje- /gasskjel	BO / YR		X		X	Krav til systemvirkning sgrad for kjel	Krav til systemvirkning sgrad for kjel	Ingen	Ingen	Utskiftning av kjel	Krav til min. systemvirkningsgrad. Det er ikke tillat å installere kjel for fossilt brensel som grunnlast
Energieffektiv varmepumpe	BO / YR		X		X	Krav til systemeffektfaktor	Krav til systemeffektfaktor for varmeppumpe	Ingen	Ingen	Utskiftning av eller ny varmepumpe	Krav til systemeffekt-faktor for alternative systemer
Rørisolasjon	BO / YR		X			Krav til minimumsisolasjon	Krav til minimumsisolasjon	Ingen	Ingen	Nye varme og varmetappevann skurser	Skal utredes
Spesifikke effektpumper	BO / YR		X	X		Krav til energimerke A på sirkulasjonspumper	Energimerke A	Ingen	Ingen	Utskiftning av pumper	

System komponenter	BO (Boliger) YR (Yrkesbygg)	TEK		Øko-design-direktiv		Komponentkravet				Handlings-utløsende for utførelse av komponentkrav	Behov for supplerende utredning
		Del av Tek 10 per i dag	Mulig komponentkrav	Del av krav i dag	Del av fremtidig krav	Spesifikt krav	Utskiftning Ubetinget	Vedlik-hold ubetinget	Vedlike-hold betinget		
Energi-oppfølging - formålsdelt energimåling	BO /YR		X			Krav til formålsdelt energimåling YR og boligblokker	Skal utredes	Ingen	Ingen	Skal utredes	Skal utredes
Belysnings-anlegg yrkesbygg	YR		X	X		Krav til maksimal LENI tall kWh/m ² år	15 – 30 kWh/m ² år avhengig av byggtipe	Ingen	Ingen	Nytt belysningssystem	
Reduksjon Standby-forbruk	YR		X			Krav til el-installasjon	Krav til todelt installasjon for reduksjon av Standby-forbruk	Ingen	Ingen	Rehabilitering av samlet el-installasjon. Det bør gjøres supplerende utredning av potensial	Det bør gjøres supplerende utredning av potensial og tekniske muligheter

Tabell 2 Anbefaling / forslag for 2 alternative strategier for komponentkrav. Strategi 1 - ubetinget krav for utskifting og vedlikehold. Strategi 3 ubetinget krav utskifting og betinget krav vedlikehold.

4.5 Samspill mellom komponentkrav og offentlige virkemidler

Mange energieffektivitetstiltak er lønnsomme i dagens marked, men det finnes en inngrodd holdning om at «miljø koster», og barrierestudier viser at offentlig støtte fungerer som en handlings utløsende.

Enova har i dag noe tilbud om tilskudd for privathusholdningene, i tillegg tilskuddsordninger for profesjonelle byggherrer.

Enovas støtteordning for «luft til luft» varmepumper var eksempel på en enkelttiltaksordning hvor man gjennom ordningen fikk løftet et nytt produkt inn i markedet. Fordi man fikk tilstrekkelig volum via tilskuddsordningen, er «luft til luft» varmepumpe i dag et produkt som selges til en langt lavere pris enn ved introduksjonen. Slik kan man bidra til å løfte nye produkter og løsninger inn i markedet /27/

For private finnes per i dag

Enova tilskuddsordninger for:

Solfanger

Sentralt varmestyringssystem

Luft/vann varmepumpe

Pelletsamin

Pelletskjel

Det ses at tilskuddsordningen i mot enkelt komponenter er per i dag rette mot teknisk komponenter / installasjoner. Bygningsdeler /komponenter er per i dag ikke omfattet av ordningen.

Støtte til oppgraderings bygningsdeler / komponenter støttes indirekte gjennom støtteordning for rehabilitering til lavenergi/ passivhusnivå.

For yrkesbygg eksisterer tilsvarende støtteordninger til merkostnad for rehabilitering av en samlet bygning til lavenergi/ passivhusnivå.

Det er en utfordring at mange yrkesbyggbyggeiere velger å rehabilitere i etapper for å unngå lovkrav som kun gjelder ved totalrehabilitering. For småhuseierne skjer totalrehabilitering nesten aldri. En vesentlig del av energisparepotensialet for oppgradering av bygningsdeler / komponenter bliver derfor ikke utløst, og det anbefales derfor å iverksette tilskuddsordninger mot bygningsdeler, da det erfaringsmessig er en sentral «handlings utløsende» faktor jvf. tidligere.

Optimalt bør tilskuddsordninger rettes mot:

Komponenter med stort energisparepotensial

Identifiserbare komponenter – til eksempel vinduer og ikke sammensatte komponenter som samlet yttervegg

Lønnsomme utskiftninger

Komponenter med markedspotensial

Rapportens resultater viser at noen komponenter oppfyller flere av de 4 kriterier.

Vinduer

Vinduer har et stort sparepotensial, er identifiserbar, og vil være lønnsom til et nivå under gjeldende TEK 10. Det vurderes at en støtteordning kan støtte en utvikling der vinduer med en energistandard på passivhusnivå er et kostnad effektiv løsning der vinduer utskiftes.

Yttervegg, tak og gulv

Skal målsetninger til oppgradering av eksisterende bygg til lavenergi nivå i 2015, og passivhus nivå i 2020, må den generelle energistandard på bygget klimaskille oppgraderes. Dette krever at det gjennomføres som en supplerende støtteordning målrettet utskifting /oppgradering av vegger, gulv og tak.

Eksisterende ordning støtter ikke der bygningsdeler skiftes enkeltvis, og det anbefales at det utvikles og gjennomføre støtteordninger målrettet mot bygningsdeler der utskiftes der det ikke er en del av en samlet totalrehabilitering.

Tekniske- og systemkomponenter.

Set utfra de 4 ovenstående kriterier, og som handlings utløsende virkemiddel er følgende komponenter potensielle for komponenter støtteordning

Oppgradering av ventilasjonsanlegg i yrkesbygg:

Energieffektive vifter

Energieffektiv varmegjenvinning

Innregulering

Rørisolasjon

Sparepumper

Formålsdelt energimåling som grunnlag for effektiv EOS – energioppfølgingssystem

Energieffektive belysningsanlegg

Solcelle anlegg

Den praktiske gjennomførelse og kriterier for støtte skal utredes nærmere, det er ikke gjort i denne rapport.

Tilskuddsordninger bør være:

Være forutsigbart i forhold til hva som utløser støtte

Baseres på enkel søknad (jf. tilskudd til varmepumpe)

Utbetales på en enkel og effektiv måte

Være fulgt opp av god informasjon og motivasjonstiltak og beskrivelse av merverdi

Gi åpenbare økonomiske fordeler

Ytes etter en degressiv tidsskala – dvs. at det gis mest støtte i starten

og at denne reduseres gradvis

Underlegges kontrollsystem som hindrer at det blir gitt flere støtteordninger til samme tiltak

Forbilde prosjekter – merverdi ved energirenovering

Spesielt for boliger kan det være fornuftig å gjennomføre en rekke forbilde og eksempel bygg. Til eksempel på dette er det i Danmark gjennomført prosjektet «Energiparcel» der 4 ulike 1970 talls boliger er energi rehabilitert til ulike energistandarder ned til passivhus nivå.

Prosjektet hadde i tillegg til energifokus, fokus på andre kvaliteter - «merverdien» - som ble oppnådd gjennom energirehabiliteringen.

Tilsvarende Norske prosjekter kan være utgangspunkt for kontrakter standard tiltakspakker med tilskudd omfattende tilstandsanalyse, tiltakspakker, planlegging og gjennomføring.



Energiparcel i Århus – www.realdaniabyg.dk

Kunnskapsutvikling – sertifisering av håndverkere

Kunnskapsutvikling, støtte til forsøksprosjekter og formidling av informasjon om energibruk og miljø- og klimavennlige løsninger i boliger og bygg, er et viktig incentiv. Der eksisterer per i dag støtteordninger gjennom Husbanken, og der er iverksatt aktiviteter for håndverker utdanning gjennom Lavenergiutvalget.

Spesielt for private aktører, som oftest ikke har konsulent tilknyttet der det gjennomføres oppgraderinger, er det viktig at kunnskapsnivået er høyt hos de håndverkere utfører rehabiliteringsarbeidene

Lavenergiprogrammet, Byggmesterforbundet og Norske murmestres har utviklet et etterutdanningskurs for energirehabilitering. Kurset kan utbygges til egentlig lavenergi sertifisering av håndverkere, og støtteordninger til komponentoppgraderinger kunne kobles sammen med krav til bruk av sertifiserte håndverkere.

«Energiproffer» i Frederikshavn kommune i Danmark. I Frederikshavn er etablert Danmarks første nettverk for håndverkere med kompetanser innenfor energirehabilitering av bygg. Alle medlemmer har gjennomført spesielt energi rehabiliterings kurs, og har spesial kompetanser for rådgivning i energioptimering av bygg. Flere tilsvarende nettverk er på gang andre kommuner i Danmark.

4.6 Behov for supplerende utredninger

Det vurderes å være behov for supplerende utredninger innenfor:

Standard støtteordninger for pakkeløsninger oppgraderinger av eneboliger

Der det velges betinget komponentkrav – veiledende tegninger og beskrivelser av lønnsomme oppgraderinger i tilknytning til vedlikehold – se eksempler fra Danske ordning i vedlegg 8

5 STATUS - PERSPEKTIV – POTENSIAL

5.1 Status nasjonal regulering og EU direktiver

TEK 10 Spesifikke krav til komponenter

Et overordnet krav til implementering, er at kravene kan gjennomføres innenfor rammene av TEK10 og kommende nye versjoner av TEK.

For nybygg er minstekrav til bygningsdeler og tekniske systemer angitt i TEK 10, kapittel 14. Det vil være naturlig og i samsvar med det som er gjennomført i andre land og økodesigndirektivet, at disse krav også benyttes som et utgangspunkt for krav ved renovering og vedlikehold av bygg.

Gjeldende krav i TEK 10 for nybygg er per i dag at bygget skal ha minimum energikvaliteter på:

- Transmisjonsvarmetap på yttertak, vegger, vindu, dører mm
- Infiltrasjon- og ventilasjonstap for bygget.
- Energieffektivitet på tekniske systemer på bygget.

TEK 10 har per i dag ikke spesifikke krav til enkelt komponenter der disse vedlikeholdes og eller utskiftes.

Komplett oversikt over gjeldende krav konferer vedlegg 7.

Økodesigndirektivet

Økodesignforskriften for mer miljøvennlig og energieffektivt utstyr ble gjennomført i norsk rett 1.3.2011. Forskriften stiller krav til energibruk i teknisk utstyr. Utstyr som ikke oppfyller disse kravene, kan ikke selges innen EU/EØS.

Mest kjent fra økodesigndirektivet er nok kravet til utfasing av glødepærer for kontor- og boligbelysning, men direktiver gir krav til ytterligere produktgrupper. Økodesignforskriften regulerer per i dag 8 produktgrupper samt energibruk i avslått- og hviletilstand (standby) for energibrukene husholdningsapparater:

- Elektriske motorer 0,75-375 kW
- Enkle digitale dekodere
- Eksterne strømforsyninger
- Sirkulasjonspumper
- Kontor- og veibelysning
- Boligbelysning (ikke retningsbestemte lyskilder)
- Kjøle-/fryseapparater til husholdninger
- Avslått- og hviletilstand for energibrukende husholdningsapparater
- TV-apparater

Dette er reguleringer som gjelder for eksisterende produkter. I tillegg kommer en rekke krav/ regelverk som per i dag er under utvikling i EU, og som forventes å bli en del av økodesignforskriften i årene som kommer.

Samlet oversikt over gjeldende og kommende produktkrav og eventuelle påvirkninger på nasjonalt komponentkrav, diskuteres i avsnitt 11.

5.2 Potensial for energireduksjon i eksisterende bygningsmasse

Det er gjennomført flere analyser av hvor og hvordan det er mulig og mest effektivt å påvirke energibruken i eksisterende bygg og hvor stort potensialet er. Det vises til rapporter fra Enova barrierestudier /11/, /12/ og /13/, Arnstad rapporten /27/ m. fl.

Studiene påpeker mulighetene for å påvirke energibruken i eksisterende bygninger gjennom 4 ulike virkemidler / strategier. Dette er å påvirke og optimere:

1. Byggets form og innredning, klimaskjerm, vegger, gulv tak og vinduer.
2. Byggets teknisk system.
3. Byggets energiforsyning.
4. Byggets reelle energibruk i drift – gjennom brukeratferd, energi oppfølging og driftsoptimalisering.

Punkt 1, 2 og 3 er en del av TEK 10 pr. i dag, hvor regulering skjer gjennom tiltaksmodellen, energirammen og minimumskrav til komponenter.

En rekke studier viser at der ofte er vesentlige avvik mellom det teoretisk beregnede energibruk og det som oppnås i praksis i bygget /20/, /21/ og /22/. Flere studier viser en variasjon i energibruk for identiske boliger på opp til 100 %. Det vurderes med utgangspunkt i dette, at der er et stort potensial for energireduksjon gjennom målrettet påvirkning av brukere og løpende energioppfølging.

Tilsvarende vurderinger er gjort i «Potensial- og Barrierestudier», gjennomført av Enova, der konklusjonen er at energipotensialet kan tas ut innenfor tre hovedområder /11/ :

1. Ved best mulig bygningsmessig standard.
2. Forbedret ytelse i tekniske installasjoner.
3. Fokus på bruks- og driftsrelaterte elementer, for eksempel energiledelse og kompetanse om hvordan vi bruker energi.

5.3 Vurdering

Et overordnet krav fra KRD til implementering av komponentkrav er at kravene kan gjennomføres innenfor rammene av TEK10 og kommende nye versjoner av TEK.

For nybygg er minstekrav til bygningsdeler og tekniske systemer angitt i TEK 10, kapittel 14. Det vil være naturlig og i samsvar med det som er gjennomført i andre land, samt økodesigndirektivet, at disse krav også benyttes som et utgangspunkt for krav ved renovering og vedlikehold. Det vurderes derfor mulig å påvirke punkt 1 og 2 gjennom krav til bygnings- og tekniske komponenter.

Det er fullt mulig å stille krav til energisystemer, f.eks. krav til større andel fornybar energi i energiforsyningen for et bygg. Men det vurderes svært vanskelig å gi en generell vurdering av den privatøkonomiske lønnsomhet av et slikt krav, og gjennomføringen må være i

samspill med støtteordninger. Mulighet for støtteordninger bør derfor tas i betraktning på dette området, og det bør vurderes å definere standard pakkeløsninger.

Ved omfattende energirehabilitering av bygg er det fordelaktig å samtidig innføre andre energibesparende tiltak.

Et minstekrav til energioppfølging og mulighet for endret brukeratferd i reell drift ved overvåkning og oppfølging av energibruken, vil ha stor påvirkning på en bygnings reelle energibruk. Et krav til energioppfølging bør derfor prioriteres.

Grunnlaget for effektiv energioppfølging er en løpende måling av byggets energibruk, fordelt på de vesentligste energiposter. Dette krever formålsdelt måling av energibruk i bygg. Størst potensial vurderes det i yrkesbygg med mer kompliserte tekniske systemer og flere funksjoner. Men også i borettslag og større sammenhengende boligbygg vil dette være gunstig. Energimåling er i potensialstudier indentifisert som et tiltak som både er teknisk og økonomisk lønnsomt for yrkesbygg /13/.

Der er per i dag ingen krav i TEK 10 eller PBL om å etablere formålsfordelt energimåling i nye eller rehabiliterte bygg. Et krav til formålsdelt energimåling i rehabiliterte bygg må ses i sammenheng med at dette også blir et krav for nybygg.

Der finnes andre intensiver som kan fungere som en pådriver for en slik utvikling, f.eks. BREEAM-NOR - som per i dag gir poeng for bygg som har formålsdelt energimåling, og måling på større energiposter.

Oppsummering

Det er mulig å oppnå energireduksjoner gjennom 4 ulike strategier, ved å påvirke og optimere:

1. Byggets form og innredning, klimaskjerm, vegger, gulv tak og vinduer.
2. Byggets teknisk system.
3. Bygget energiforsyning.
4. Byggets reelle energibruk i drift – gjennom brukeratferd, energi oppfølging og driftsoptimalisering.

Det vurderes å være praktisk mulig å stille komponentkrav til punkt 1-2. Punkt 3 er ikke en del av komponentkravet, og det er vanskelig å sette spesifikke krav til brukeratferd, punkt 4. Krav om energioppfølging kan riktignok la seg gjennomføre. Ved å innføre et slikt krav, vil det være fordelaktig om det samtidig stilles krav til installering av systemer for formålsfordelt energimåling.

6 KOMPONENTORDNINGER I ANDRE NORDISKE LAND

6.1 Danmark

6.1.1 Regelsett for komponentkrav i Danmark

Krav til komponenter var en del av forslag i «Strategi for reduksjon av energiforbruket i bygninger» 2009, /5/ Kravet ble innført i Dansk Byggelovgivning i BR 10 gjeldende fra 2010.

Komponentkravet gjelder for alle bygg og eller bygningskomponenter som utskiftes, og vedlikehold der det er kostnadseffektivt.

Tidligere 25% regel:

Grenser for krav til totalrehabilitering er gitt ved rehabilitering hvor rehabiliteringskostnaden utgjør < 25 % av byggets samlede verdi, eller der 25 % av klimaskjermen rehabiliteres.

Fra dansk bygningsreglement BR 08, er tatt ut i bygningsreglement BR 10.

Komponentkravet er beskrevet for to alternative utgangspunkter, dels vedlikehold av en bygningskomponent og dels utskiftning av en bygningskomponent. Kravet er beskrevet ved krav til gjennomførelse av rentable energibesparende tiltak, og det er gitt eksempler på det som vurderes å være rentable energi tiltak, se følgende figur 6.

Stk. 3

Ved ombygning og vedlikeholdelse skal rentable energibesparelser i kap. 7.4.2, stk. 1-7 og i kap. 8 gjennomføres. Uanset rentabilitet skal arbeidet ikke gjennomføres, hvis det ikke kan gjennomføres på fugtteknisk forsvarlig måte. Ombygning, der er led i en væsentlig anvendelsesændring, er omfattet af kap. 7.3 og skal gennemføres uanset, at ændringerne eventuelt ikke er rentable.

(7.4.1, stk. 3)

Gennemførelse af de energibesparende foranstaltninger er begrænset til de foranstaltninger, der kan gennemføres fugtteknisk forsvarligt. Er der foretaget energimærkning af ejendommen, vil rentable arbejder sædvanligvis fremgå af energimærkningen.

Stk. 4.

Ved udskiftning af bygningsdele eller installationer skal bestemmelserne i kap. 7.4.2, stk. 1-7 og kap. 8 opfyldes uanset rentabilitet.

(7.4.1, stk. 4)

Ved udskiftning forstås f.eks. et helt nyt facadeparti, en ny tagkonstruktion inklusive tagdækning, spær, isolering og loft og udskiftning af et gasfyr.

Figur 6 Utdrag av BR10 /6/. For samlet regelsett fra BR 10 konferer vedlegg 8.

Kravet i BR 10 er at der vedlikehold/utskiftning av en bygningskomponent utføres, skal det samtidig gjennomføres kostnadseffektive oppgraderinger. Det er gjort en definisjon av hva som vurderes å være kostnadseffektivt, konferer følgende avsnitt.

Kommunen kan gi dispensasjon der det vurderes at tiltaket ikke er mulig å gjennomføre utfra estetiske- eller byggetekniske årsaker. For eksempel i eldre murhus hvor det ikke er mulig å gjøre tiltak utvendig på fasaden, eller av fukttekniske årsaker.

Kostnadseffektive tiltak

Et tiltak vurderes å være kostnadseffektivt dersom:

(årlig besparelse * levetid) / investering > 1,33.

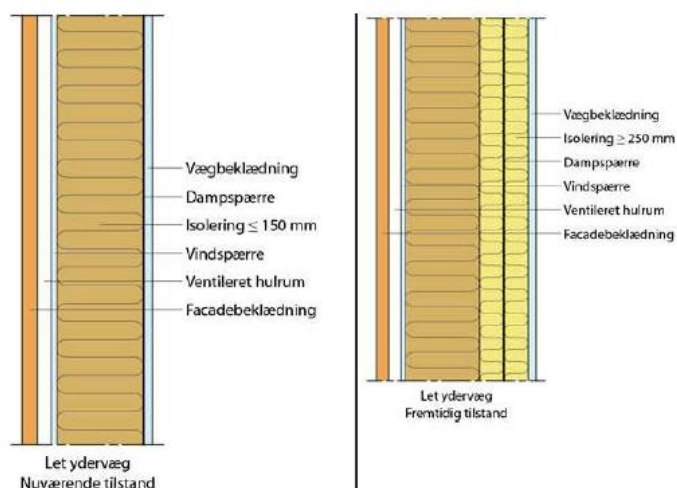
Det betyr at tilbakebetalingstiden for investeringen alltid er kortere enn levetiden for komponenten, i praksis at tilbakebetalingstiden ligger innenfor 75 % av levetiden for komponenten.

Til investeringen skal kun medregnes tilleggskostnad for energiforbedringen:

- Materialer
- Timelønn håndverker
- Prosjekteringskostnad
- Følgekostnad som er nødvendig for å gjennomføre tiltaket
- Miljøkostnad for tiltaket, deponering av rivningsavfall mm.

Kostnadseffektive tiltak er angitt på byggets energimerking, men det gis også i vedlegg til «Bygningsreglementet» (Dansk TEK) eksempler på det som vurderes å være kostnadseffektive tiltak, se eksempel i figur 7

Ydervægge ²⁾ Let ydervæg (skelettkonstruktion) inkl. brystnings- og fyldningspartier	
Nuværende tilstand	Handling:
Intakt isolering	Isolering, tykkelse svarer tilnærmet til kravene i tabel 7.4.2
$U > 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	BR 10 tabel 7.4.2
Isolering $\leq 150 \text{ mm}$	Isolering 250 mm



Figur 7 Eksempel på tiltak som vurderes kostnadseffektive å gjennomføre ved vedlikehold av eksisterende yttervegg. Der en vegg utskiftes fullt, må U-verdien for ny vegg oppfylle minimums krav i bygningsreglementet BR 10, uansett rentabilitet /6/.

Dersom bygningsdeler eller tekniske installasjoner utskiftes, skal de nye delene være i samsvar med krav til komponenter i nybygg, og kravet gjelder uansett rentabilitet.

Som eksempel skal en fasade som skiftes ut, oppfylle BR 10 krav til U-verdi, og en sirkulasjonspumpe som byttes, skal oppfylle krav til energieffektivitet gitt i BR 10.

Vedlikeholdsarbeid som maling, pussing av fasade, lapping av huller på takdekking, hulmurisolasjon med blåseisolasjon i vegg, er unntatt.

Kravet gjelder for komponenter og krav listet i bygningsreglementets BR10 kapittel 7.4.2, pkt.1-7 og kapittel 8, /6/.

Følgende komponenter er omfattet:

- Bygningskomponenter:
 - Vinduer og dører
 - Yttervegger, tak, gulv mot grunn
 - Linjetap (kuldebroverdi) og tetthet, der dette er mulig i sammenheng med utskiftning av en bygningskomponent
- Tekniske systemer:
 - Sirkulasjonspumper for vannbåren varme, tappevann, varmepumper og kjøleanlegg skal oppfylle krav til energimerke A- eller tilsvarende
 - Varmegjenvinning ventilasjon > 70 % (generelt), og > 80 % for boliger
 - SFP faktor for mekanisk ventilasjon
 - < 1,8 kW/m³/s for balansert, mekanisk CAV anlegg
 - < 2,2 kW/m³/s for balansert, mekanisk VAV anlegg
 - < 1,0 kW/m³/s for ventilasjon boliger
 - < 0,8 kW/m³/s for avtrekkssystemer
- Energiforsyning
 - Ved nybygg eller renovering av bygninger utenfor eksisterende fjernvarmeområder, der det forventede at tappevannsforbruket overstiger 2000 liter pr. døgn, skal det etableres solvarmeanlegg som kan dekke et energibehov tilsvarende forbruket av varmt tappevann under normale driftsforhold.
 - COP for varmepumper etter danske energistyrelsen energimerkeordning.
 - Normeffektfaktor > 2,6 til 3,7 avhengig av system
 - Kjeller for olje
 - Virkningsgrad 93 % ved full-last
 - Virkningsgrad 98 % ved del-last
 - Kjeller for gass
 - Virkningsgrad 96 % ved full-last
 - Virkningsgrad 105 % ved 30 % del-last

6.1.2 Danske erfaringer på komponentkrav og kontroll av regelsett.

Komponentkravet har vært aktivt i Danmark siden innføringen av BR 10 28. juni 2010, altså knapt to år. Fordi kravet er såpass nytt, er det ennå ikke publisert erfaringer på effekten av ordningen.

Erfaringen er derfor basert på kontakt til, i Erhvers og Byggestyrelsen i Danmark.

Kontrollordninger profesjonelle aktører i markedet

Kontroll av enkeltkomponenter

Kontrollen fungerer som markedskontroll gjennom eksisterende kontroll for overholdelse av krav til bruk av CE merkede bygningskomponenter, se www.byggevaereinfo.dk.

Hjemmesiden inneholder opplysninger om krav til bruk av CE merkede byggevarer, og liste over de byggekomponenter som har krav til CE merking.

Den danske energistyreelse er ansvarlig for markedskontrollen som i utgangspunkt er kontroll av CE merking og VA godkjenning av produkter (Godkjennelsesordning for vann og avløps komponenter).

Markedskontrollen er vanligvis et samarbeid mellom relevante bransjeorganisasjoner og energistyrelsen, og kontrollen gjennomføres som kombinasjon mellom en informasjonsdel og en kontrolldel.

Se www.byggevaereinfo.dk/gennemfoerelsemo. Kontrollen er målrettet på å fjerne de byggekomponenter som ikke oppfyller lovens krav, og vil i hovedsak gjennomføres ved byggevare leverandører, og sjeldent som byggeplass besøk.

På hjemmesiden finnes informasjon på krav til bygningskomponenter, med visning til BR 10 med energikrav. I tillegg finnes skjema for anmeldelse av bygg og eller firma der har brukt eller bruker bygningskomponenter som ikke oppfyller krav i lovverket, CE merking, energikrav, se http://www.byggevaereinfo.dk/anmeldelsblanket_ulovlige_byggevarer.

Med denne ordning er det mulig å gjennomføre en egen kontroll av profesjonelle aktører i markedet.

Kontroll av sammensatte bygningskomponenter

For sammensatte bygningskomponenter er det per i dag ingen fungerende direkte kontrollordning, kun en indirekte kontroll gjennom byggesaksbehandling i den enkelte kommune. Sammensatte bygningskomponenter, for eksempel et tak, består av en rekke enkeltkomponenter. Der det brukes sertifiserte og godkjente enkeltkomponenter er ikke noen garanti for at den sammensatte komponent overholder komponentkravet.

Ansaret for at en samlet bygning eller bygningskomponenter overholder gjeldende byggelov har utbygger. Profesjonelle aktører har vanligvis konsulenter til å gjennomføre prosjekteringer som er ansvarlige i forhold til gjeldende byggeforskrift. Disse kan gjøres ansvarlig der et bygg eller en bygningskomponent ikke er utført i samsvar med lovverket, og det samme gjelder alle øvrige tekniske forhold rundt byggets utføring.

Små arbeider som utføres direkte av håndverkere og som ikke krever byggesøknad fanges ikke opp av denne indirekte kontroll.

Energistyrelsen har ytterligere samarbeid med bransjeorganisasjoner for sikre erfaringsoppfølging på markedskontrollen og informasjon om nye og gjeldende krav.

Kontroll av krav til gjennomføring av lønnsomme tiltak er en del av den vanlige byggesaksbehandling, og kan derfor gjennomføres med større eller mindre grundighet i ulike kommuner.

Kontrollordninger private aktører i markedet

Private aktører som gjør endringer, utskiftninger og vedlikehold på egen bolig er ikke omfattet av noen kontrollordning. Eier av eneboligen er tilsvarende ansvarlig i forhold til PBL, men er som oftest ikke profesjonell og har trolig oftest ikke innsikt i regelverket.

Lovverket muliggjør ikke at det gjennomføres kontroll på privat eiendom, og det er derfor ikke noen mulighet for å kontrollere arbeider gjennomført på privat tomt, noe det trolig også ville være svært resurskrevende å gjennomføre.

Når en enebolig selges, gjøres det ofte et husettersyn eller varmesynsrapport, og her er det mulig å gi anmerkninger på deler av bygget som oppfyller gjeldende lovkrav. En kontroll som i prinsippet åpner for muligheten til å fange opp eventuelle feil, men som i praksis er mer usikker.

Kontrollordninger for tekniske komponenter

For gasskjeler som selges i Danmark er bransjen pliktig til å opplyse om data på energieffektivitet, og her viser rapporteringer at 99,9 % av solgte kjeler oppfyller krav til energieffektivitet.

For varmepumper som selges i markedet finnes oversikt over de produkter som oppfyller krav til energieffektivitet.

6.2 Sverige

Energikrav ved ombygginger i Sverige.

I Sverige finns det idag inga skarpa krav för energieffektivisering i samband med ombyggnation. Plan och bygglagen är utformad på ett sådant sätt att den rekommenderar en målnivå för de byggnadselement som byts ut.

BEBO (beställargruppen bostäder) är ett samarbete mellan Energimyndigheten och Sveriges största fastighetsägare med inriktning mot bostäder. Med i gruppen är också Boverket och Byggherrarna. Motsvarande grupp finns även för lokaler, BELOK. BEBO och BELOK arbetar för att branschen ska göra mer än vad lagen kräver, de har bland annat tagit fram egna "godhetstal" baserade på vad branschen anser vara möjligt som ett komplement till de rekommendationer som framgår av regelsamling för byggande BBR 2012 kap 9. Den lägre nivån grundar sig på de myndighetskrav som finns. Den högre nivån (godhetstal) är tänkt som riktvärden för ombyggnader med mål att nå en mycket låg energianvändning, att jämföra med Nära Noll Energi-nivån.

Målnivå vid utbyte av byggnadselement ved bostadsfastigheter U-värde klimatskal

	Rekommendation enligt BBR	Godhetstal enligt BEBO	
Yttertak	0,13	0,10	W/m2K
Yttervägg	0,18	0,10	W/m2K
Golv	0,15	0,12	W/m2K
Fönster (inkl karm)	1,20	0,80	W/m2K
Ytterdörr	1,20	0,80	W/m2K

Det finns heller ingen tydelig regel för när en renovering/ombyggnad ska klassas som nybyggnation. Det finns ett resonemang kring 25-procentsregeln, det vill säga om åtgärden innebär att fastighetens värde ökar med 25 procent efter åtgärden så bör renoveringen klassas som nybyggnation. En stark invändning mot detta är att vid en stamrenovering, byte av vatten- och avloppsrör etcetera, i fastigheten så är värdeökningen ofta i nivå med 25 procent. Vilket i praktiken innebär att 25 procentregeln till mångt och mycket är uddlös.

Vilka krav gäller vid ändring?

Vid ändring av byggnader ska tillämpningen av kraven modifieras utifrån ändringens omfattning. En utgångspunkt för reglerna vid ändring av byggnader är att man ska kunna ta hänsyn till befintliga förhållanden men vid mycket stora förändringar av en byggnad finns det oftast få förhållanden som kan motivera en annan kravnivå än den som gäller vid uppförande av en ny byggnad. Vid mycket begränsade ändringar lär kraven oftast sammanfalla med det krav som finns i 8 kap. 14 § PBL om att en byggnad ska underhållas så att dess utformning och tekniska egenskaper i huvudsak bevaras. Vid större tillbyggnader finns det ofta få befintliga förhållanden som kan motivera avsteg från kraven för nya byggnader. Vid en liten tillbyggnad kan det däremot till exempel vara oskäligt att kräva att den ska förses med en annan typ av ventilationssystem än vad den övriga byggnaden har. Dessutom ska hänsyn tas till byggnadens förutsättningar, varsamhetskrav och förvanskingsförbudet.

Syftet med varsamhetskravet är att förändringar av en byggnad ska utföras med hänsynstagande till de befintliga egenskaperna hos byggnaden som är värda att bevara. Detta innebär bl.a. att ändringar ska utföras med respekt för husets ursprungliga utseende.

Byggnader som är särskilt värdefulla från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt har, enligt 8 kap. 13 § PBL, ett förstärkt skydd och får inte förvanskas. Förvanskingsförbudet är dock inte ett förändringsförbud. Har man identifierat vilka egenskaper som ger byggnaden dess värden och hur dessa kommer i uttryck i byggnaden, är det ofta möjligt att genomföra ändringar utan att skada dessa.

Så som regelverket är utformat lämnas ett stort ansvar till fastighetsägaren och byggherren att själva bedöma vilken nivå de vill uppnå. Är de inte intresserad av att energieffektivisera så finns stora möjligheter att slippa genom att hänvisa till varsamhetskravet och förvanskingsförbudet.

Andra rekommendationer

BEBO har tagit fram rekommendationer för installationer av ventilation, uppvärmning, styr- och regler samt övrigt för bostadsfastigheter och jämför dessa med de krav som ställs i PBL. För lokaler har BELOK tagit fram rekommendationer som avser vissa byggnadsdelar som till exempel belysning, pumpar, u-värden för klimatskal, ventilation etcetera.

Oppsummering**Regelverk.**

Konklusjonen fra det danske regelverk er at det stilles komponentkrav. Det svenske regelverket er per i dag lik det norske regelverket.

Danske regler har komponentkrav til klimaskjermen, tekniske systemer, og energiforsynings systemer. Sammendrag av sentrale tiltak / føringer er:

Bygningskomponenter og tekniske komponenter.

Utskiftning – den enkelte bygningskomponent må/skal byttes til en komponent som oppfyller gitte minimumskrav. Krav er på nivå med krav til nye bygg.

For tekniske system er det ikke lagt føringer for hva som skjer når det ikke er praktisk mulig å erstatte med et mer effektivt system, f.eks. dersom det ikke er tilstrekkelig plass for å installere et mer energieffektivt ventilasjonsaggregat.

Ved vedlikehold – den enkelte bygningskomponent må oppgraderes dersom det er kostnadseffektivt. Kriterier for kostnadseffektivitet spesifiseres ved maksimal tilbakebetalingstid for ekstra investering. I vedlegg til danske regelverk vises til og illustreres eksempler på, tiltak som vurderes å være kostnadseffektive for bygningskomponenter.

Det gis muligheter for unntak hvor det ikke er estetisk eller ikke er bygge- og fuktteknisk forsvarlig å gjennomføre tiltaket.

Energiforsyning

Det gis krav til energieffektivitet på komponenter energiforsyningssystemer, varmepumper, kjeller, der disse utskiftes.

Det gis krav til vurdering av fornybar energiforsyning på spesielle områder, som i utgangspunktet vurderes økonomisk lønnsomt. Kravet gis til solvarmeanlegg på bygg med høyt tappevannsforbruk, der bygget ligger utenfor et område med kollektiv energiforsyning (f.eks. et konsesjonsområde for fjernvarmeutbygging).

Kontrollordninger

Det gjennomføres per i dag kun direkte kontroll av enkelt komponenter, for eksempel vinduer. Kontroll av sammensatte komponenter skjer gjennom vanlig byggesaksbehandling i den enkelte kommune

Informasjon

Informasjon om gjeldende regelverk distribueres gjennom bransjepanel, som sprer informasjon videre til markedet.

7 KOMPONENTDEFINISJON OG STRATEGIER FOR INNFORING AV KRAV

7.1 Komponentdefinisjon

Et overordnet krav fra KRD til implementering av komponentkrav, er at kravene kan gjennomføres innenfor rammene av TEK10, og kommende nye versjoner av TEK.

Med utgangspunkt i dette og modeller fra Danmark, Sverige og økodesigndirektivet, samt erfaring fra potensial- og barrierestudier /12/ og /13/, er det relevant at komponentdefinisjonen skal dekke komponentkrav for:

1. Minstekrav til bygningsdeler.
2. Minstekrav til tekniske komponenter.
3. Minstekrav til systemer i bygget, f.eks. tiltak som eliminerer kjøling

Komponentdefinisjon

En komponent er en identifiserbar bygningsdel, deler av bygg eller tekniske installasjoner som kan utskiftes eller oppgraderes enkeltvis.

Bygningskomponenter er en del av en samlet bygningskropp. Tekniske installasjoner kan bestå av enkelt komponenter eller være en del av et samlet teknisk system.

7.2 Gjennomføring av komponentkrav – og prinsipper for krav til komponenter

Komponentkrav vurderes å kunne spesifiseres på ulike måter, det kan være:

1. **Ubetinget komponentkrav**
2. **For utskifting** - krav som skal oppfylles når bygningsdelen utskiftes. Typisk krav om at den nye bygningsdelen oppfyller krav for nybygg (eller tilsvarende).
3. **For større eller omfattende vedlikehold** - krav som skal oppfylles hvor bygningsdelen gjennomgår et større vedlikehold. Typisk krav om at bygningsdelen oppgraderes til gjeldende krav for nybygg (eller lavere), der den gjennomgår spesifikk definert vedlikehold.
4. **Betinget komponentkrav**, et krav som er betinget av en gitt minimumslønnsomhet ved å gjennomføre tiltaket.
5. **Betinget systemkrav**, et krav om at det skal gjøres en lønnsomhetsvurdering av det samlede systemet.
6. **Insentiver**, tilskuddsordninger ut fra gitte rammer og betingelser
7. **Veiledninger**, veiledninger for ENØK

Ad 1

Et ubetinget komponentkrav betyr at en komponent må oppgraderes til gjeldende minimumskrav i TEK, der den utskiftes (energiltak modell § 14-3 alternativt minstekrav § 14-5).

For nybygg er minstekrav til bygningsdeler og tekniske systemer angitt i TEK 10, kapittel 14, konferer vedlegg 7, og det ville være naturlig å bruke et tilsvarende krav.

Det vil være naturlig og i samsvar med gjeldende krav til bygningsdeler i nybygg, tilsvarende det som er gjennomført i dansk lovverk og prinsippene for økodesigndirektivet, at disse krav også benyttes som et utgangspunkt for krav ved utskifting av eksisterende bygningskomponenter.

Når det gjennomført større vedlikehold på en bygningsdel, for eksempel når kledning skiftes, må det vurderes om komponentkravet skal tilsvare krav til utskiftning, eller om det skal velges et lavere nivå.

For vedlikehold av bygningskomponenter, eller der bygningsdelen utskiftes delvis, for eksempel ved utskiftning av kledning og tilsvarende, må komponentkravet suppleres med en definisjon på hva som er utløsende for krav for en oppgradering til et ubetinget spesifikt komponentkrav.

Ad 2

Det vil trolig være stor variasjon i privatøkonomisk lønnsomhet for ulike tiltak avhengig av:

- Energistandarden på eksisterende komponent, f. eks. vil lavere lønnsomhet trolig nås for komponenter som har en energistandard nær kravet til komponenten.
- Følgkostnad for oppgraderingen av komponenten, f. eks. takkuttstikk som må endres for gi plass til ekstra isolasjon på ytterveggen.
- Byggets beliggenhet, kald eller varm region: kaldere regioner vil nå bedre lønnsomhet for tiltak som bedrer isolasjonsytelse, gjenvinningsgrad ventilasjon, etc.

Krav kan gjennomføres som et betinget krav, hvor kravet kun utløses når det nås en gitt minimums lønnsomhet. For private aktører som vanligvis har tilknyttet byggeteknisk kompetanse, og som vedlikeholder og skifter ut bygningsdeler selv, vil det trolig ikke kunne skje uten at komponentkravene følges. Dette forutsetter at kommunene fører tilsyn med at vedlikehold gjennomføres i samsvar med krav, og at avvik er dokumentert gjennom en beregnet lønnsomhet.

Det kan derfor være behov for supplering med en spesifikk veileder for det som vurderes som lønnsomme betingede komponentkrav (komponent oppgraderinger), til veiledning for ikke profesjonelle aktører.

Ad 3

TEK 10 har per i dag krav til andel fornybar energi i energiforsyningen. Kravet skal stilles til andel fornybar energi til byggets oppvarmingsbehov tilsvarende det gjeldende kravet i TEK 10, § 14-7, Energiforsyning.

Alternativt kan det stilles krav til effektiviteten av ulike teknisk systemer som anvendes til byggets energiforsyning, systemeffektfaktor for varmepumper, krav til virkningsgrader på kjeler etc.

Det vurderes svært vanskelig å gi en generell vurdering av den privatøkonomiske konsekvens / lønnsomhet av et slikt krav, og i mange sammenhenger vil lønnsomheten kunne være lav / negativ, og kravet må trolig suppleres med tilskuddsordninger for et antall standardpakker for typiske oppgraderinger av energiforsyningen i bygg. Tilskuddsordninger kan realiseres innenfor rammene av Husbanken eller Enova.

Det vurderes at pakker målrettet eneboliger i tillegg må omfatte veiledning til samtidig oppgradering av byggets passive energi standard, etterisolering av vegger, nye vinduer mm.

Minstekrav til energioppfølging og mulighet for driftsoptimalisering i reell drift har stor påvirkning på en bygnings reelle energibruk. Grunnlaget for effektiv energioppfølging er en løpende måling av byggets energibruk. Målingen skal være formålsdelt, slik at det er mulig å fordele byggets samlede energibruk på de vesentligste formål, oppvarming, tappevann, elbruk vifter et. Energimåling er i potensialstudier indentifisert som et tiltak som både er teknisk og økonomisk lønnsomt for yrkesbygg /13/.

Det er per i dag ingen krav i TEK10 eller PBL om å etablere formålsfordelt energimåling i nye- eller rehabiliterte bygg. Men det finnes andre intensiver som kan fungere som en pådriver for en slik utvikling, f.eks. BREEAM-NOR som per i dag gir poeng for bygg som har formålsdelt energimåling.

Formålsdelt energimåling på eksisterende bygg kan være kostbart å gjennomføre, da det i mange tilfeller krever omlegging av eksisterende kurser og lednings-/rørapplegg.

Oppsummering

Beskrivelse av spesifikke av komponentkrav til bygningsdeler og tekniske komponenter er fullt ut mulig. Det vurderes at kravene kan innføres med utgangspunkt i gjeldende krav til energieffektivitet i TEK 10. Det vurderes at supplerende komponentkrav kan og bør overveies.

Krav kan angis som **ubetingede komponentkrav**, eller alternativt som **betingede komponentkrav**. Ubetinget krav er krav til oppgradering til en minimums energistandard uavhengig av om tiltaket er lønnsomt. Betinget krav er krav til oppgradering der det oppnås en minimums lønnsomhet ved gjennomføring av tiltaket.

Komponentkrav til systemer vurderes å være vanskeligere å innføre som spesifikke krav. Krav kan innføres som et **betinget systemkrav**, med krav til at det gjennomføres en lønnsom vurdering.

Det vurderes at komponentkravet trolig for noen systemer må suppleres med standard støtteordninger. For eksempel vil utskiftning av oljekjeler ikke alltid være lønnsom.

Komponentkrav til energimåling/energioppfølging er per i dag ikke en del av TEK10 - kravene til nybygg. Det vurderes mulig å innføre som et krav i rehabiliteringer, men det kan være eksisterende systemer der dette er praktisk vanskelig å realisere.

7.3 Gjennomføring av komponentkrav – mulige samlede strategier for komponentkrav

Basert på ovenstående alternative til spesifisering av komponent krav, kan et antall alternative samlede strategier vurderes. Videre gis en oversikt over mulige strategier, og følgende avsnitt vurderer de praktiske potensialer, konsekvenser og følger av de ulike strategiene.

1. **Ubetinget komponentkrav til TEK 10 nivå for, hvor det gjøres vesentlig vedlikehold og / eller utskifting på /av en bygningskomponent. Det betyr at:**
 - a. Der en bygningsdel utskiftes må den oppfylle krav i TEK 10 eller gjeldende TEK.
 - b. Der en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig må den oppfylle krav i TEK 10 eller gjeldende TEK.
2. **Ubetinget komponentkrav til TEK 10 nivå, hvor en bygningskomponent utskiftes, og ubetinget komponentkrav til minimumsnivå** (krever sentral utmelding av minimums nivå / kvalitet, som i praksis vil ligge lavere enn det som gjelder for TEK10) der det gjøres vesentlig vedlikehold av bygningskomponenter. Det betyr at:
 - a. Der en bygningsdel utskiftes må den oppfylle krav i TEK 10 eller gjeldende TEK.
 - b. Der en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig må den oppfylle et gitt krav til minimumsstandard. Minimumsstandard skal defineres i TEK som minstekrav til rehabilitering.
3. **Ubetinget komponentkrav til TEK 10 nivå, der en bygningskomponent utskiftes, og betinget komponentkrav der en det gjøres vesentlig vedlikehold av bygningskomponent. Det betyr at:**
 - a. Der en bygningsdel utskiftes må den oppfylle kravene i TEK 10 eller gjeldende TEK.
 - b. Der en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig må den oppfylle et gitt krav til minimumsstandard (TEK 10 nivå eller lavere), forutsatt at tiltaket har en minimum lønnsomhet.
4. **Betinget komponentkrav hvor det gjøres vesentlig vedlikehold og / eller utskifting på /av en bygningskomponent. Det betyr at:**
 - a. Der en bygningsdel utskiftes må den oppfylle de standardkrav gitt i TEK 10 eller gjeldende TEK, forutsatt at tiltaket har en minimum lønnsomhet.
 - b. Der en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig må den oppfylle en gitt krav til minimumsstandard (TEK 10 nivå eller lavere), forutsatt at tiltaket har en minimum lønnsomhet.

De ulike strategier illustreres best med et eksempel for utskifting eller vedlikehold av yttervegg. For eksemplet forutsettes følgende:

- Ubetinget krav tilsvarer TEK 10 nivå tiltaksmodell
 - U-verdi 0,18 W/m² K
- Ubetinget krav minimumsnivå TEK 10 minstekrav
 - U-verdi 0,22 W/m² K

- Betinget krav, lønnsomt nivå ved utskifting er i det konkrete prosjekt bygget beregnet til
 - U-verdi 0,25 W/m² K
- Betinget krav, lønnsomt nivå ved vedlikehold er i det konkrete prosjekt bygget beregnet til
 - U-verdi 0,30 W/m² K

Strategi	Utskifting – ubetinget krav U-verdi W/m ² K	Vedlikehold – ubetinget krav U-verdi W/m ² K	Utskifting – betinget krav U-verdi W/m ² K	Vedlikehold– betinget krav U-verdi W/m ² K
Strategi 1	0,18	0,18		
Strategi 2	0,18	0,22		
Strategi 3	0,18			0,30
Strategi 4			0,25	0,30

Tabell 3 Eksempel på komponentkrav for yttervegg ved gjennomføring av ulike strategier

Strategi 1 – Ubetinget komponentkrav

Strategi 1 er strengeste formulering av krav, og vil trolig ikke kunne rettferdiggjøres ut fra en privatøkonomisk betraktning, dette drøftes videre i avsnitt 9.

I forbindelse med utskifting, kan det legges til grunn at kravet er i samsvar med det som per i dag gjelder for nybygg, og grunnlaget for kravet vil da være det samme som gjelder for nybygg.

Strategien krever at det defineres og beskrives:

- definisjoner på vedlikeholds aktiviteter / arbeider som utløser komponentkrav

Strategi 2 – Ubetinget og betinget komponentkrav – med minimumsnivå / -kvalitet

Strategi 2 tilsvarer i stor grad strategi 1, med den forskjell at komponentkrav ved vedlikehold ikke utløser krav til full oppgradering av komponenten til TEK 10 nivå (tiltaksmodell), men med en lavere gjeldende standard enn minstekravet i TEK 10, se eksempel ovenfor.

For bygningskomponenter som utskiftes fullt ut, utløses komponentkrav til TEK 10 nivå.

Strategien krever at det defineres og beskrives:

- krav og veiledning til minimumsnivå / -kvalitet ved vedlikehold av en bygningskomponent
- definisjoner på vedlikeholds aktiviteter / arbeider som utløser komponentkrav

Strategi 3 – Ubetinget og betinget komponentkrav – med krav til lønnsomhet

Strategi 3 tilsvarer i stor grad strategi 2, forskjellen er at komponentkrav ikke utløses generelt i tilknytning til vedlikehold, men kun der spesifikke kriterier er oppfylt, i praksis at komponentkravet er lønnsomt.

Der en bygningskomponent vedlikeholdes må det gjøres en vurdering av hvilken energistandard som er lønnsom å gjennomføre. Utfordringen med dette er at lønnsomhetsvurderingene i stor grad vil påvirkes av byggets beskaftenhet/kvalitet, regional plassering, energipriser, avkastningskrav, mm.

For bygningskomponenter som utskiftes fullt ut, utløses komponentkrav til TEK 10 nivå.

Strategien krever at det defineres og beskrives:

- krav til hva som er lønnsomt, det kan være krav til:
 - En beregnet lønnsomhet, tilsvarer prinsipp for komponentkrav i Danmark
 - Type løsninger som generelt vurderes lønnsomme og som må gjennomføres, tilsvarende prinsipp for komponentkrav i Danmark
- definisjoner på vedlikeholds aktiviteter / arbeider som utløser komponentkrav
- definisjon av metoder og forutsetninger for lønnsomhets beregning

Strategi 4 – Betinget komponentkrav – med krav til lønnsomhet

Strategi 4 tilsvarer i stor grad strategi 3, forskjellen er at komponentkrav ikke utløses generelt, men kun der spesifikke kriterier er oppfylt, i praksis at komponentkravet er lønnsomt. Komponentkravet skal derfor vurderes og spesifiseres for hver enkelt komponent.

Strategi 4 tilsvarer i stor grad strategi 3, forskjellen er at komponentkrav ikke utløses generelt i tilknytning til utskifting, men kun der spesifikke kriterier er oppfylt, i praksis at komponentkravet er lønnsomt.

Der en bygningskomponent utskiftes eller vedlikeholdes må det gjøres en vurdering av hvilken energi standard som er lønnsom å gjennomføre. Utfordringen med dette er at lønnsomhetsvurderingene i stor grad vil påvirkes av byggets beskaftenhet/kvalitet, regional plassering, energipriser, avkastningskrav, mm.

Strategien krever at det defineres og beskrives:

- krav til hva som er lønnsomt, det kan være krav til:
 - En beregnet lønnsomhet, tilsvarer prinsipp for komponentkrav i Danmark
 - Type løsninger som generelt vurderes lønnsomme, og som må gjennomføres, tilsvarende prinsipp for komponentkrav i Danmark
- definisjoner på vedlikeholds aktiviteter / arbeider som utløser komponentkrav
- definisjon av metoder og forutsetninger for lønnsomhetsberegning

I det følgende avsnitt gjøres:

- en vurdering av de komponenter som anses å være aktuelle for et komponentkrav, avsnitt 8

- en økonomisk vurdering av lønnsomhet for de spesifikke komponentkrav, avsnitt 9
- en vurdering av mulige minimumsnivå, der det ikke stilles krav til full TEK oppgradering, avsnitt 10.

8 AKTUELLE KOMPONENTER FOR KOMPONENTKRAV

Med utgangspunkt i komponentdefinisjonen og energipotensialer, er det i utredningen vurdert komponenter det kan være aktuelt å stille krav til.

Komponenter er oppdelt i:

1. Bygningskomponenter
2. Tekniske komponenter
3. Systemkomponenter

Oversikten er ytterligere oppdelt i:

- Komponenter som per i dag er en del av krav i TEK 10 for nybygg
- Komponenter som kan bli en del av krav i fremtidige versjoner av TEK
- Komponenter som per i dag er en del av krav i økodesigndirektivet
- Komponenter som blir en del av kravene i økodesigndirektivet i fremtiden.

For detaljert informasjon om økodesigndirektivet vises til følgende avsnitt 11.

Bygningskomponenter

Bygningskomponenter	Boliger «BO» Yrkesbygg	TEK		Økodesign direktiv		Egnet for Komponent krav
		Del av TEK 10 per i dag	Mulig del av TEK	Del av krav per i dag	Del av fremtidig krav	
Dekker mot det fri/kjeller	BO / YR	X				Umiddelbart
Yttervegg	BO / YR	X				Umiddelbart
Yttertak	BO / YR	X				Umiddelbart
Vinduer og ytterdører	BO / YR	X				Umiddelbart
Kuldebroverdi	BO / YR	X				Betinget
Lekkasje / tetthet	BO / YR	X				Betinget
Solavskjerming	YR	X				Umiddelbart

Tekniske komponenter

Tekniske komponenter	Boliger «BO» Yrkesbygg	TEK		Økodesign direktiv		Egnet for Komponent krav
		Del av TEK 10 per i dag	Mulig del av TEK	Del av krav per i dag	Del av fremtidig krav	
Oppgradering ventilasjonsaggregat, bedre varmegjenvinner og SFP	YR	X			X	Umiddelbart
Mulighet for natt- og helgesenking av temperatur	BO / YR	X				Umiddelbart

Energieffektiv biopellets kjele	BO / YR		X		X	Umiddelbart
Energieffektiv olje- / gasskjele	BO / YR	Ikke tillatt å installere for grunnl.	X		X	Betinget der kjele ikke er grunnlast
Energieffektiv varmepumpe	BO / YR		X		X	Umiddelbart
Spesifikke effektpumper	BO / YR		X	X		Umiddelbart
Rørisolasjon	BO / YR		X			Umiddelbart
Varmtvannsbereider	BO / YR		X		X	Betinget
Sparedusj	BO / YR		X			Ikke egnet
Termostatsstyring radiatorer	BO / YR		X			Umiddelbart
Elektriske motorer	BO / YR		X	X		Umiddelbart
Eksterne strømforsynere	BO / YR		X	X		Umiddelbart

System komponenter

System komponenter	Boliger «BO» Yrkesbygg	TEK		Økodesign direktiv		Egnet for Komponent krav
		Del av TEK 10 per i dag	Mulig del av TEK	Del av krav per i dag	Del av fremtidig krav	
Balansert mekanisk ventilasjon	BO		X			Betinget
Temperatur- og tidsstyring av el / varme	BO / YR	X				Umiddelbart
Belysning yrkesbygg	YR		X	X		Umiddelbart
Reduksjon av standbyforbruk	BO / YR		X	X		Betinget
EOS energimåling	YR		X			Betinget

Tabell 4 *Komponenter som det vurderes relevant å vurdere i forhold til et mulig komponentkrav*

9 METODISKE FORUTSETNINGER OG ANTAGELSER

9.1 Kost nytte vurderinger - nåverdi

9.1.1 Levetider

Det benyttes de tekniske levetider som er vanlig å benytte i enøkanalysesammenheng, i hovedsak med referanse i Enøkietaten i Oslo kommune hentet fra /13/. Levetider gitt i vedlegg 6.

9.1.2 Avkastningskrav/Kalkulasjonsrente

Høy kalkulasjonsrente gir kort tilbakebetalingstid, og lav rente gir lengre tilbakebetalingstid.

For å vise konsekvensen av ulike kalkulasjonsrenter, er det valgt å beregne kostnytte verdien av alle tiltak for 3 kalkulasjonsrenter, 2, 4 og 7 %.

9.1.3 FDVU – kostnad

Generelt vurderes det at bedre energistandard for en komponent ikke har ekstra FDVU-kostnad. FDVU-kostnad blir vurdert for hver enkelt komponent. Der et tiltak medfører økte driftskostnader er disse inkludert i nåverdien for tiltaket.

9.1.4 Investeringskostnad

Investeringskostnad beregnes som marginal ekstrakostnad der det likevel gjøres en oppgradering av en bygningskomponent.

Som eksempel: Der en kledning utskiftes og det ikke er planlagt tilleggsisolasjon og komponentkravet medfører 100 mm ekstra isolasjon, må det medregnes ekstrakostnader til:

- Arbeidslønn og materialer for nødvending utføring av vegg for å gi plass til ekstra 100 mm isolasjon.
- Arbeidslønn for levering og montering av ekstra 100 mm isolasjon.

Men kostnad til rivning, bortkjøring og deponering av eksisterende fasade, ny fasade mm er ikke innberegnet i investeringskostnaden. Dette gjelder generelt, men der det er spesifikke forutsetninger for spesifikke komponenter, er dette drøftet i avsnittet som beskriver potensialet for de ulike komponentene.

Enhetspriser for komponenter er funnet og beregnet utfra ulike kilder.

- Investeringskostnad for bygning komponenter, vegger, vinduer og tak er kalkulert utfra:
 - priskalkulasjonsnøkkel, Holte byggsafe /23/.
 - produsentopplysninger
- Investeringskostnad for tekniske komponenter, belysning, mekanisk ventilasjon er kalkulert utfra:
 - priskalkulasjonsnøkkel, Holte byggsafe /23/.
 - produsentopplysninger
- Investeringskostnad for ulike energi- og tekniske systemer er funnet og estimert utfra:
 - litteratur

- produsentopplysninger

Generelt gjelder at kostnad må betraktes som indikasjon (med usikkerhet) på en marginal investeringskostnad for å gjennomføre et tiltak / komponentkrav. Investeringskostnad og energipriser er inkl. mva for boliger for boliger, og ekskl. mva. for yrkesbygg.

9.1.5 Energipriser

Som fremtidig energipris er kr. 0,8 kr/kWh, kr. 1,1 kr/kWh og kr. 1,4 kr/kWh eks. mva, lagt til grunn. Nivå for energipriser er valgt for at beregninger og forutsetninger skal være i samsvar med forutsetninger i Enovas barrierestudier /12/ og /13/.

Det fremgår ikke av Enovas barrierestudier for boliger /12/, om energiprisen er eksklusiv eller inklusiv merverdiavgift. Barrierestudier for yrkesbygg /13/ angir spesifikt at energipris er eksklusiv mva.

Her i denne rapporten er det anvendt priser uten mva. for investeringskostnad / energipriser for yrkesbygg, og investeringskostnad / energipriser med mva. for boliger.

9.1.6 Energisparepotensial

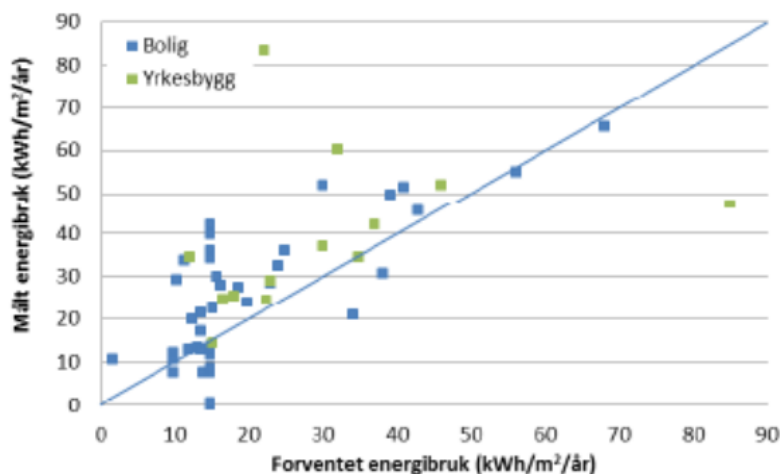
Energisparepotensialet for de ulike energitiltak / komponentkrav er beregnet for en rekke definerte standardbygg. Modeller for standardbygg tilsvarer standardbygg i barrierer studier for norske boliger /12/, og for yrkesbygg er det anvendt standardmodell for kontorbygg /16/.

Beregningene er gjort med programmet SIMIEN versjon 5.010, og er beregnet som besparelse på netto energi. Metodikken for beregninger er i henhold til NS 3031. Informasjon om bruksmønster og andre svært varierende og ukjente data, er erstattet med standardverdier fra NS 3031 /24/.

Resultatene vurderes å være representative for en maksimal mulig energibesparelse, og reell besparelse vil variere fra bygg til bygg. Noen sentrale årsaker til usikkerhet og variasjon beskrives videre:

Vanligvis avvik mellom målt og beregnet energibruk

Reelt energibruk for bygg har ofte store avvik fra teoretisk beregnet. Figuren under viser beregnet og reelt energibruk for en rekke lavenergi- og passivhusbygg /20/. Tilsvarende resultater ses i en rekke tilsvarende undersøkelser.



Figur 8 Målt og forventet energibruk i lavenergi og passivhus bygg /20/.

Forskjellen kan forklares ved variasjon i:

- Innnetemperatur – noen brukere har høyre eller lavere temperatur enn andre
- Lufting – noen brukere lufter mer ut enn andre
- Varmt tappevannforbruk
- mm

Regionale variasjoner

Regionale variasjoner i klima betyr at et energitiltak har svært variert besparelspotensial for ulike nasjonale regioner. Tabellen under viser variasjonen for tre regioner; Stavanger, Karasjok og Oslo. Energisparepotensialet er vist for bygg som etterisoleres fra original stand til TEK nivå. Den regionale variasjon er opp mot 100 %.

For beregnet reduksjon i energibehov, er det brukt Oslo klima, som et middelklima som vurderes å være representativt for norske bygg.

Tiltak 2 - Original til TEK 10	Energi besparelse		
	Oslo	Stavanger	Karasjok
	kWh/år m ²	kWh/år m ²	kWh/år m ²
100mm + 150mm min. ull	94,5	78,7	165,3

Tabell 5 Årlig energireduksjon pr. m² BRA, hvor et bygg etterisoleres fra original standard til TEK 10 nivå i ulike regioner. U-verdi er endret på yttervegger fra 0,96 til 0,19 W/m² K.

Boligens energistandard i utgangspunkt

Norske boliger er bygget over flere perioder og boligene er bygget med ulik energistandard. I noen bygg er det trolig gjennomført energi oppgraderinger, og de har derfor en energistandard som avviker fra den opprinnelige «som bygget».

Energiberegninger for boliger er gjort med utgangspunkt i definerende standarder for opprinnelig tilstand, en senere oppgraderes standard og en standard som tilsvarer krav i TEK 10.

Originalboligen gjelder for boligenes originale standard.

Historisk rehabilitert bolig betegner typiske oppgraderingstiltak av de respektive bygningsdelene, nivåer er fra /12/

Energieffektiv oppgradering viser tiltaket i bygningsdelene som må til for samlet å ta boligen til TEK 10 nivå.

Energi standarden for de ulike typer er valgt i samsvar med analyser fra /12/.

For yrkesbygg er det brukt fire bygningsstandarter, 1930 bygg, 1960 bygg, 1990 og TEK 10 bygg som utgangspunkt for energiberegningene.

Energiforsyning

Reduksjon i netto energibruk tilsvarer et eloppvarmet bygg. Der bygget har alternativ oppvarming er den beregnede reelle energireduksjonen større eller mindre. Oppvarmes

bygget med en varmepumpe vil energibesparelsen ved en bedre energistandard være lavere som følge av varmepumpens effektfaktor.

Oppvarmes bygget med en elkjel eller biokjel vil energibesparelsen ved en bedre energistandard være høyre avhengig av kjelens virkningsgrad.

Samlet energireduksjon for flere tiltak

Alle energibesparelser er beregnet som enkeltvis, og uten hensyn til avhengighet av andre tiltak. Det betyr at der det gjøres flere tiltak samtidig, vil den samlede besparelsen ofte ikke tilsvare summen av besparelser for enkelt tiltak.

9.1.7 Nåverdi og lønnsomhet beregningsmetode

Tiltakets lønnsomhet angitt ved nåverdien beregnes ut fra energibesparelse, investeringskostnad, gitte energipriser, kalkylerente og økonomiske levetider.

Nåverdien beregnes av følgende formel.

Nåverdi = (Årlig energireduksjon – Økning i FDVU kostnad) * sumfaktor – investeringskostnad

$$\text{Nåverdi} = (E - FDVU) \left[\frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} \right] - I_o$$

E	Årlig energireduksjon / besparelse	kr/ m ² BRA år
FDVU	Øking i vedlikeholdskostnad	kr/ m ² BRA år
r	Kalkulasjonsrente	-
n	Teknisk levetid	år
I _o	Investeringskostnad for tiltak år 0	kr/ m ² BRA

Positiv nåverdi gir et lønnsomt tiltak, og negativ nåverdi gir et tiltak som ikke er lønnsomt.

9.2 Typebygg

9.2.1 Typeboliger

Boliger inndeles i såkalte type boliger. Inndelingen er i samsvar med inndeling brukt i «Potensial og barrierestudie – Energieffektivisering av norske boliger» /12/.

Beregninger på bygningers energibruk krever et svært omfattende variabelsett som berører blant annet:

- Norges boliger er bygget over flere perioder.
- Boligene har beliggenhet i ulikt klima.
- Boligene er bygget med ulik grad av teknisk kvalitet.
- Graden av historisk renovering varierer (fra byggeår til i dag).
- Boligene brukes av svært ulike husholdninger.
- Bruksmønster er ikke nødvendigvis konstant over tid.

Største del av arbeidet er basert på å forstå variasjonen i det bygningstekniske, både hvordan boligene var konstruert og hva som er blitt endret siden byggeår.

I modellen deles boligmassen i boligtyper:

- Enebolig
- Leiligheter
- Småhus

Og byggeperiode:

- Før 1956
- 1956 - 1970
- 1971 - 1980
- 1981 - 1990
- 1991 - 2000
- 2001 - 2010

Eneboliger

Eneboliger er et samlebegrep på våningshus og eneboliger da disse innehar store likheter når det gjelder størrelse, konstruksjonsmetode og energibærere. Denne boligtypen utgjør ca. 65 % av boligmassens samlede areal. Stereotypen av denne boligtypen antas å være frittliggende og strekker seg over 2 etasjer – bygget er ført opp i tre. /12/

Leilighetsbygg

Leilighetsbygg består av frittliggende blokker med separate boenheter. Boligtypen er bygget av betongelementer. Boenhetene som utgjør denne boligtypen er relativt små og har en bebodd etasje. Det antas videre at denne bygningstypen består av gjennomsnittlig 18 enheter og strekker seg over 4 etasjer. Boligtypen utgjør ca. 16 % av samlet boligareal /12/.

Rekkehus

Dette er samlebegrepet på horisontal- og vertikaldelte boligbygg. Det forutsettes at boligtypen anses å være bygget i tre, og at det er 2 boenheter fordelt over to etasjer. Boligtypen representerer ca. 19 % av boligmassens samlede areal (BRA) /12/. Periodenes respektive bygningsmasse er illustrert i tabellen under:

Boligmassen i tre boligtyper	Bebodd areal (BRA)	%-vis fordeling av boligmassen	Bebodde boliger (enheter)	Bebodde bygg
Før 1956	68.234.539	26%	600.771	365.782
1956-1970	42.144.014	16%	341.004	242.506
1971-1980	47.119.161	18%	373.711	251.676
1981-1990	47.532.050	18%	321.488	232.858
1991-2000	27.093.106	10%	226.599	137.860
2001-2010	27.612.605	11%	254.284	114.081
Alle boliger	259.735.475	100%	2.117.857	1.344.762

Tabell 6 Norske boliger fordelt på boligtyper/12/

Supplerende forutsetninger finnes i vedlegg 1.

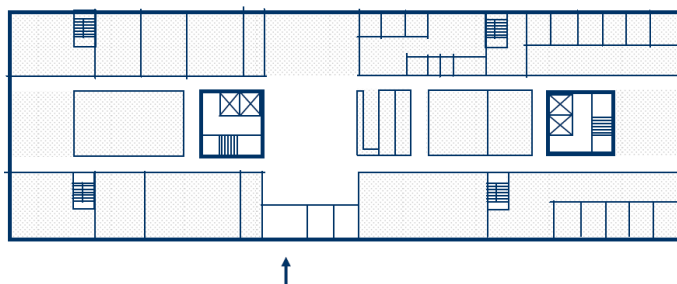
9.2.2 Yrkesbygg

Med utgangspunkt i noen generelle forutsetninger, typiske eksisterende bygg og et nytt TEK10-bygg, er det laget beregningseksempler av effekten av ulike energiltak.

Det er valgt ut fire ulike case, som grunnlag for illustrative eksempler:

- bygg fra 1930-tallet
- bygg fra 1960-tallet
- bygg fra 1990-tallet
- nybygg i hht.TEK-10

Alle casene tar utgangspunkt i en tenkt bygningsmodell i tre etasjer med en grunnflate på 60 m x 20 m. Bygningsmodellene som tar utgangspunkt i "1960-tallet", "1990-tallet" og "TEK 10", har en parkeringskjeller. Bygningsmodellen som tar utgangspunkt i "1930-tallet" har en grunnflate mot grunn. Plantegning av grunnmodellen for alle fire casene, er vist i følgende figur.



Figur 4 Modell av en typisk etasje i et kontorbygg, med dimensjoner på 20 m x 60 m.
Totalt bruttoareal (BRA) er på 3600 m² over 3 etasjer /17/

Bygningstekniske forutsetninger for grunnmodellen og tekniske anlegg varierer i de ulike casene. De ulike forutsetningene er vist i vedlegg 2. Med utgangspunkt i disse forutsetningene, er det for hver case beregnet årlig netto energibehov for Oslo klima, besparelespotensialer er vist i vedlegg 5.

9.3 Interessenter i markedet

En vesentlig og avgjørende faktor for analysen, er indentifisering av interessentene i markedet. Vi vurderer at analysen primært har betydning for bygningseiere, eiere av eneboliger, private yrkesbygg og offentlige bygg.

Vi vurderer også, at disse interessentene agerer ulikt i markedet, og at dette er et vesentlig premiss for hvordan eventuelle krav bør innrettes / stilles.

Private eiere av eneboliger kjøper typisk komponenter direkte i byggevareforretninger, alternativt direkte fra håndverker, og det er i varierende grad knyttet teknisk rådgivning til anskaffelsen. Dette betyr at krav til komponenter til denne interessentgruppen må være spesifikke produktkrav. Det vurderes at det må gjennomføres en målrettet veiledning mot denne brukergruppen i forhold til gjeldende krav og veiledning til løsninger som er i samsvar med komponentkravet.

Profesjonelle markedsaktører vil typisk benytte byggkonsulenter. I forhold til denne interessentgruppen kan både produktkrav så vel som spesifikke- og overordnede funksjonskrav til bygningsdeler eller komponenter være naturlig å vurdere.

Kontroll og oppfølgingsordninger for komponentkrav er ikke en del av oppdraget, men det vurderes som vesentlig at det i forbindelse med gjennomføring av komponentkravet også gjøres en vurdering av praktisk oppfølging og kontroll. Det er videre viktig at kontroll og oppfølging er målrettet mot ulike aktører, private og profesjonelle, i markedet. Eksempel på praksis fra dansk komponentkrav er beskrevet i avsnitt 4.

Erfaringer fra Danmark viser at oppfølging og kontroll, spesielt av sammensatte komponenter, er vanskelig og svært ressurskrevende ¹.

¹ Samtale med Energistyrelsen i Danmark, Ejner Jerking

10 KOMPONENTANALYSER – VURDERINGER

For å kunne vurdere konsekvensene av å sette ubetinget eller betinget komponentkrav til ulike bygning- tekniske og systemkomponenter i avsnitt 7, er det gjennomført analyse / beregning av lønnsomhet for utvalgte enkelte komponenter.

Vurderingen er delt på boliger og yrkesbygg, da det forventes at ulike funksjoner kan / vil gi ulik lønnsomhet og muligheter. Vurderinger for yrkesbygg gjennomføres for et typisk kontorbygg. Der er ikke gjort vurderinger for alternative kategorier av yrkesbygg.

For boliger gjøres der en spesifikk lønnsomhetsvurdering for hver enkelt boligtype. Boligene har generelt svært varierende energistandard. Noen bygg er ikke tilleggsisolert etter oppførelsen, andre er tilleggsisolert i større eller mindre grad.

I Enova barrierestudier for boliger er det gjort en oppdeling av og kartlegging av energistandarden for eneboliger, småhus og leiligheter. For hver boligtype er typiske energistandarder beskrevet ved 3 modeller for klimaskjermen for de tre boligtyper /12/ og /15/.

Originalboligen gjelder for boligenes originale standard.

Historisk rehabilitert bolig betegner typiske oppgraderingstiltak av de respektive bygningsdelene

Energieffektiv oppgradering viser tiltaket i bygningsdelene som må til for og til sammen ta boligen til TEK 10 nivå.

For yrkesbygg gjøres beregninger for et typisk kontorbygg, med 3 ulike energistandarder i utgangspunkt, bygg fra ca. 1930, 1960 og 1990, nærmere beskrivelse drøftes i avsnitt 8 og /16/. Resultater suppleres med konklusjoner fra Barrierestudier for yrkesbygg /13/.

Det anvendes klimasone Oslo, som middelloklima for Norge, men det gjøres også supplerende vurderinger av den nasjonale variasjon i ulike klimasoner, se avsnitt 12 følsomhets analyser.

I hovedsak er komponenter som i utgangspunktet vurderes egnet for komponentkrav, vurdert mer detaljert. Mens komponenter som vurderes mindre egnet for komponentkrav, er beskrevet mere generelt. Tilsvarende er komponenter beskrevet mer enkelt der det ikke er mulig, eller svært vanskelig, å gi spesifikke tall på kostnads- og energisparingspotensial.

10.1 Boliger

For boliger er det gjort energiberegninger for tilsvarende bygningsmodeller som er beskrevet i Potensial- og barrierestudiet (PBS) utført av Prognosesenteret AS i samarbeid med Entelligens AS på oppdrag for Enova /12/ og /15/ jfr. de opplysninger som framkommer om byggene i rapporter fra dette prosjektet. I vedlegg 1 følger ytterligere detaljer om forutsetningene som er gjort.

Som middelloklima for Norge brukes Oslo klima.

Det er gjort beregninger som viser nasjonale variasjoner. Den klimamessige variasjon vises i energiberegninger 3 ulike klima.

- Oslo
- Stavanger
- Karasjok

Dette anses å dekke de nasjonale variasjoner. Samlet vurderes beregningene å gi et godt bilde av spredning i potensialet, dels regionalt og dels for ulike bygg, alder og energistand. I tabeller og beregninger i dette avsnitt brukes Oslomiddelklima for hele landet.

Det er gjort detaljerte vurderinger med variasjon analyser for:

Bygningskomponenter:

- Yttervegg
- Gulv mot det fri og kjeller
- Yttertak
- Vinduer og dører

Det er gjort kvalitative vurderinger for:

Bygningskomponenter:

- Kuldebroverdi
- Lekkasjetall

Tekniske komponenter:

- Balansert mekanisk ventilasjon
- Natt – helgesenkning
- Spesifikk effekt pumper
- Rørisolasjon

Systemkomponenter

- Fornybar energiforsyning
 - Solvarme
 - Solceller
 - Varmepumpe
 - Biokjel
- EOS og formålsfordelt energibruk

10.2 Yrkesbygg

For yrkesbygg er det gjort energiberegninger for tilsvarende bygningsmodeller som er beskrevet i /16/ og /17/. I vedlegg 2 følger ytterligere detaljer om forutsetningene som er lagt til grunn. Beregninger er gjort for kontorbygg, og Osløklima er brukt som middelklima for hele landet.

Der er gjort detaljerte vurderinger med variasjonsanalyser for:

Bygningskomponenter

- Yttervegg
- Yttertak
- Vinduer

Tekniske komponenter

- Oppgradering av ventilasjon
- Oppgradering av belysningsanlegg

Der gjort kvalitative vurderinger for:

Bygningsskomponenter:

- Kuldebroverdi
- Lekkasjetall

Teknische componenten

- Spesifikk effekt pumper
- Rørisolasjon
- Natt- og helgesenkning

Systemkomponenten

- Fornybar energiforsyning – generelt
- Reduksjon i standbyforbruk
- EOS og formålsfordelt energibruk

10.3 Bygningskomponenter – detaljerte vurderinger – leseveiledning.

[illegible]

Felt 1.

Komponent; den bygningsdel beregningen gjelder for, her yttervegg.

Bygningstypologi; viser hvilken bygningstype beregning gjelder for. I dette tilfelle boliger som er eneboliger og blokker med leiligheter. Det betyr at beregningen er et sammendrag av alle beregninger gjort for denne bygningstype, for eksempel alder, energistandard i utgangspunkt, alternative oppgraderinger mm. Alle beregninger er vist i vedlegg 3.

Klima; de klimadata som er brukt til beregning av energireduksjon, her Oslo klima som brukes som middel klima for Norge i alle beregninger.

Energireduksjon	Bolig - maks. kWh/m ² år BRA	72	95	23	
	Bolig - min. kWh/m ² år BRA	4	4	9	

Felt 5

Energireduksjonen ved oppgraderingene vises i dette felt. Verdiene er maksimal og minimal beregnet energireduksjon for alle typer av boliger, alder mm. Samlet oversikt er gitt i vedlegg 3.

Tabellen brukes til å vise variasjonen i energireduksjon der et tiltak gjennomføres. For eksempel tiltak 2, oppgradering fra «original» standard til TEK 10 nivå, her viser beregninger av alle bygningstyper at energireduksjonen varierer mellom 4 og 95 kWh/m² BRA år. Beregningen tar ikke med klimamessige variasjoner, dersom dette tas med vil variasjonen på energireduksjonen øke.

Nåverdi / levetidskostnad inkl. mva			Realrente i %			Realrente i %			Realrente i %		
	Energipris 1,0 kr/kWh		2	4	7	2	4	7	2	4	7
	Bolig - min kost nytte		-80	-102	-123	-80	-102	-123	-102	-159	-213 kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte		1392	1026	675	1312	906	550	141	32	-72 kr/m ² BRA
	Energipris 1,40 kr/kWh										
	Bolig - min kost nytte		-44	-74	-103	-44	-74	-103	-9	-15	-161 kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte		1995	1492	1009	2106	1443	890	320	171	28 kr/m ² BRA
	Energipris 1,8 kr/kWh										
	Bolig - min kost nytte		-8	-46	-83	-8	-46	-83	85	-15	-109 kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte		2599	1957	1344	2899	2055	1248	499	309	127 kr/m ² BRA

Felt 6

Her vises nåverdien for alle ulike kombinasjoner av tiltak, energireduksjon og investeringskostnad, som minimum, middel og maksimum nåverdi avhengig av kalkulasjonsrente og energipris.

Tabellen kan brukes til å vurdere variasjonen i lønnsomheten av et tiltak.

Blå farge viser den maksimale variasjon der bygningstype, energipris og kalkulasjonsrente varierer.

Grønn farge viser den maksimale variasjon der bygningstype, energipris og kalkulasjonsrente varierer, der man bruker kalkulasjonsrente på 4% og energipris på 1,4 kr / kWh inkl. mva.

Tabellen gir anslag på hva variasjonen på lønnsomhet er der hvor det kreves en gitt energistandard. For eksempel, der alle bygg kreves oppgradert fra «original» standard til TEK 10 nivå (tiltak 2, U-verdi fra 0,18 til 0,22 W/m² K), vil det, avhengig av bygningstype, trolig ha en nåverdi på mellom ÷ 74 og 1.443 kr. m² BRA. Med andre ord der det kreves at alle bygg blir oppgradert til dette nivå, vil noen få en relativ lønnsomhet ved å gjennomføre tiltaket, mens andre vil oppnå en svært god lønnsomhet. Samlet svarer en nåverdi på ÷74 m² BRA, til at det vil koste en eier av enebolig på 150 m², samlet 11.000 kr over en 30 års periode dersom han/hun gjennomfører tiltaket. Samlet oversikt for alle kombinasjoner finnes i vedlegg 3.

10.4 Bygningskomponenter detaljerte vurderinger boliger

Yttervegger - boliger

Komponent	Yttervegger										
Bygningstypologi	Alle boliger										
Klima	Oslo										
Tiltak	Etter- og merisolering av yttervegg										
Beskrivelse tiltak	1. Oppgradering fra original til historisk U verdi fra (0,21 - 0,96) til (0,16 - 0,41) W/m ² K 2. Oppgradering fra original til TEK 10 nivå U-verdi fra (0,21 - 0,96) til (0,18 - 0,22) W/m ² K 3. Oppgradering fra historisk til TEK 10 nivå U-verdi fra (0,17 - 0,41) til (0,17 - 0,19) W/m ² K (se vedlegg 3 for samlet oversikt)										
Investerings kostnad inkl. mva		Tiltak 1			Tiltak 2			Tiltak 3			
	Bolig maksimal, kr/m ² BRA	252			804			439			
	Bolig minimum, kr / m ² BRA	176			88			252			
Levetid		30			30			30			
Ekstra FDVU kostnad (utenom energi)		0			0			0			
Energireduksjon	Bolig - maks. kWh/m ² år BRA	72			95			23			
	Bolig - min. kWh/m ² år BRA	4			4			9			
Nåverdi / levetidskostnad inkl. mva		Realrente i %			Realrente i %			Realrente i %			
	Energipris 1,0 kr/kWh	2	4	7	2	4	7	2	4	7	
	Bolig - min kost nytte	-80	-102	-123	-80	-102	-123	-102	-159	-213	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	1392	1026	675	1312	906	550	141	32	-72	kr/m ² BRA
	Energipris 1,40 kr/kWh										
	Bolig - min kost nytte	-44	-74	-103	-44	-74	-103	-9	-15	-161	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	1995	1492	1009	2106	1443	890	320	171	28	kr/m ² BRA
	Energipris 1,8 kr/kWh										
	Bolig - min kost nytte	-8	-46	-83	-8	-46	-83	85	-15	-109	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	2599	1957	1344	2899	2055	1248	499	309	127	kr/m ² BRA

Samlet kostnadsvurdering

Analysen viser veldig stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra ÷213 kr/m² til 2.599 kr/m². De vesentligste årsakene til variasjonen er:

- Utgangspunkt for rehabilitering/alder på bygget,
- Det oppnås høyest lønnsomhet for eldre bygg som ikke allerede har fått noen oppgradering, alternativt kun en mindre «historisk» oppgradering.

For kalkulasjonsrente på 4 % og energipris på 1,4 kr / kWh inkl. mva. fås:

Dersom bygget har en U-verdi nær kravet til TEK 10, eller dersom det allerede er gjennomført en typisk «historisk» oppgradering oppnås det lavere nåverdi/ negativ nåverdi.

Der veggen i utgangspunkt har U-verdi (0,3- 0,4 W/ m² K) kan oppgradering være kostnadseffektivt ned til et nivå rundt 0,18 W/m² K.

Minimal kostnytte / nåverdi på ÷74 kr/m² for en enebolig fra 2000 -2010, som er etterisolert fra U-verdi 0,21 – 0,16 W/m² K, se vedlegg 3.

Årlig energireduksjon for boligen vil være 700 kWh/år

Maksimal kostnytte / nåverdi på 1.492 kr/m² for en enebolig <1956, som er etterisolert fra U-

verdi 0,96 til 0,39 W/m² K, se vedlegg 3.

Årlig energireduksjon for boligen vil være 13.800 kWh/år

Ut fra marginalkostnadsberegning av nåverdi fås positiv nåverdi ned til U-verdi på ~ 0,16 - 0,23 W/m² K (konferer avsnitt 12). Lav verdi for «minimum» investeringskostnad, høy for «maksimal» investeringskostnad.

Samlet byggeteknisk vurdering

Det kan være nødvendig å tilpasse takutstikket til den nye veggen. Det er også sikrest for å unngå vannlekkasjer og fuktskader.

Man må være oppmerksom på at husene blir tettere når man etterisolerer eldre hus og monterer dampspærre eller ny vindsperre og nye vinduer. Tettere hus kan medføre behov for økt ventilasjon.

Teknologi og systemer er tilgjengelig i markedet. En murbygning bør av hensyn til fuktrisiko, tilleggisoleres på utsiden, så sant vernerestriksjoner ikke begrenser mulighetene for dette.

Merverdi

I tillegg til redusert oppvarmingsbehov, kan tiltakene gi vesentlig bedre varmekomfort, bedre lydisolering og redusert risiko for soppvekst.

Komponentkrav nivå

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	0,18	W/m ² K
Ubetinget komponent krav – TEK 10 nivå minimums krav	0,22	W/m ² K
Betinget komponentkrav – Avhengig av utgangspunkt (Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)	0,18 – 0,3	W/m ² K

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. Utskifting av kledning
2. Utskifting av komplett stendervegg
3. Etterisolering av muret vegg, innvendig / utvendig.
4. Ny puss på betong/ murt vegg
5. Montering av større vindu i vegg

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerhet vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklimate mm

Supplerende vurderinger

Yttervegger har relativ lang teknisk levetid, > 30 år, og dette bør være en parameter i vurderingen av nivå for komponentkrav.

Tak – boliger

Komponent	Tak										
Bygningstypologi	Alle boliger										
Klima	Oslo										
Tiltak	Etter- og merisolering av loft / tak										
Beskrivelse tiltak	1. Oppgradering fra original til historisk U verdi fra (0,2 - 0,81) til (0,13 - 0,31) W/m ² K 2. Oppgradering fra original til TEK 10 nivå U-verdi fra (0,2 - 0,81) til (0,15 - 0,16) W/m ² K 3. Oppgradering fra historisk til TEK 10 nivå U-verdi fra (0,2 - 0,33) til (0,15 - 0,16) W/m ² K (se vedlegg 3 for samlet oversikt)										
Investerings kostnad inkl. mva		Tiltak 1			Tiltak 2			Tiltak 3			
	Bolig maksimal, kr/m ² BRA	139			139			108			
	Bolig minimum, kr / m ² BRA	28			13			54			
Levetid		30			30			30			
Ekstra FDVU kostnad (utenom energi)		0			0			0			
Energireduksjon	Bolig - maks. kWh/m ² år BRA	28			36			8			
	Bolig - min. kWh/m ² år BRA	1			0			0			
Nåverdi / levetidskostnad inkl. mva		Realrente i %			Realrente i %			Realrente i %			
	Energipris 1,0 kr/kWh	2	4	7	2	4	7	2	4	7	
	Bolig - min kost nytte	-123	-127	-130	-38	-61	-83	-14	-25	-36	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	569	426	290	730	547	372	69	69	-2	kr/m ² BRA
	Energipris 1,40 kr/kWh										
	Bolig - min kost nytte	-117	-122	-127	0	-32	-62	4	-11	-26	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	803	607	420	1031	779	539	135	80	27	kr/m ² BRA
	Energipris 1,8 kr/kWh										
	Bolig - min kost nytte	-111	-117	-123	19	-3	-41	23	3	-16	kr/m ² BRA
	Bolig - maks kost nytte	1037	788	550	1331	1011	706	202	131	63	kr/m ² BRA

Samlet kostnadsvurdering

Analysen viser veldig stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra ÷36 kr/m² til 1.037 kr/m². De vesentligste årsakene til variasjonen er:

- Utgangspunkt for rehabilitering/alder på bygget,
- Det oppnås høyest lønnsomhet for eldre bygg som ikke allerede har fått noen oppgradering, alternativt kun en mindre «historisk» oppgradering.
- Det oppnås høyest lønnsomhet for eldre bygg som ikke allerede har fått noen oppgradering, alternativt kun en mindre «historisk» oppgradering.

For kalkulasjonsrente på 4 % og energipris på 1,4 kr / kWh inkl. mva. fås:

Dersom bygget har en U-verdi nær kravet til TEK 10, eller dersom det allerede er gjennomført en typisk «historisk» oppgradering, oppnås det lavere nåverdi/ negativ nåverdi.

Der tak i utgangspunkt har U-verdi >~ 0,3

W/m² K kan oppgradering være kostnadseffektivt ned til et nivå rundt 0,15 W/m² K.

Minimal kostnytte / nåverdi på ÷32 kr/m² for en enebolig fra 1981 -90, der etterisolert fra U-verdi 0,22 – 0,16 W/m² K, se vedlegg 3.

Samlet energireduksjon for boligen er 800 kWh/år

Maksimal kostnytte / nåverdi på 779 kr/m² for en enebolig <1956, der etterisolert fra U-verdi

0,81 til 0,15 W/m² K, se vedlegg 3.

Samlet energireduksjon for boligen er 5.200 kWh/år

Utfra marginalkostnad beregning av nåverdi fås positiv nåverdi ned til U-verdi på ~ 0,12 - 0,14 W/m² K (konferer avsnitt 12).

Mulige byggetekniske konsekvenser av tiltaket

Det kan være nødvendig å tilpasse gavler der isolasjon gjøres som utvendig isolasjon.

Merverdi

I tillegg til redusert oppvarmingsbehov kan tiltakene gi vesentlig bedre varmekomfort og redusert risiko for soppvekst og bedre lydisolering.

Komponentkrav nivå

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	0,13	W/m ² K
Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå minimums krav	0,18	W/m ² K
Betinget komponentkrav – Avhengig av utgangspunkt	0,15 – 0,25	W/m ² K

(Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. Nytt loftsrom
2. Utskifting av tak
3. Rehabilitering av himling mot loftsrom

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerheter vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklimate mm

Supplerende vurderinger

Yttertak har relativ lang teknisk levetid >30 år, og dette bør være en parameter i vurderingen av nivå for komponentkrav.

Gulv mot kjeller

Komponent	Gulv mot kjeller									
Bygningstypologi	Alle boliger									
Klima	Oslo									
Tiltak	Etter- og merisolering av gulv mot kjeller									
Utgangspunkt for komponent utskifting (initiering)	1. Udsifting av gulv									
Beskrivelse tiltak	1. Oppgradering fra original til historisk U verdi fra (0,14 - 0,61) til (0,15 - 0,27) W/m ² K 2. Oppgradering fra original til TEK 10 nivå U-verdi fra (0,14 - 0,61) til (0,14 - 0,27) W/m ² K 3. Oppgradering fra historisk til TEK 10 nivå U-verdi fra (0,26 - 0,27) til (0,14 - 0,17) W/m ² K (se vedlegg 3 for samlet oversikt)									
Investerings kostnad inkl. mva		Tiltak 1		Tiltak 2		Tiltak 3				
	Bolig - maks. kWh/m ² år BRA	162		260		187				
	Bolig - min. kWh/m ² år BRA	28		61		61		0 kr der TEK 10 er nåt.		
Levetid		30		30		30				
Ekstra FDVU kostnad (utenom energi)		0		0		0				
Energireduksjon	Bolig - maks. kWh/m ² år BRA	18		26		8				
	Bolig - min. kWh/m ² år BRA	0		0		4				
Nåverdi / levetidskostnad inkl. mva		Realrente i %		Realrente i %		Realrente i %				
	Energipris 1,0 kr/kWh	2	4	7	2	4	7	2	4	7
	Bolig - min kost nytte	-122	-131	-140	-110	-122	-147	-19	-57	-94
	Bolig - maks kost nytte	356	262	172	320	188	61	27	7	-12
	Energipris 1,40 kr/kWh									
	Bolig - min kost nytte	-106	-119	-131	-91	-107	-123	44	-9	-59
	Bolig - maks kost nytte	510	381	258	538	356	182	60	32	6
	Energipris 1,8 kr/kWh									
	Bolig - min kost nytte	-91	-107	-123	-72	-92	-112	92	40	-24
	Bolig - maks kost nytte	665	501	343	755	524	302	107	57	24

Samlet kostnadsvurdering

Analysen viser veldig stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra -94 kr/m² til 665 kr/m². De vesentligste årsakene til variasjonen er:

- Utgangspunkt for rehabilitering/alder på bygget,
- Det oppnås høyest lønnsomhet for eldre bygg som ikke allerede har fått noen, alternativt kun en mindre historisk oppgradering.
- Det oppnås høyest lønnsomhet for eldre bygg som ikke allerede har fått noen, alternativt kun en mindre historisk oppgradering.

For kalkulasjonsrente på 4 % og energipris på 1,4 kr / kWh inkl. mva. fås:

Dersom bygget har en U-verdi nær kravet til TEK 10, eller dersom det allerede er gjennomført en typisk «historisk» oppgradering, oppnås det lavere nåverdi/ negativ nåverdi.

Der dekke mot kjeller i utgangspunkt har U-verdi >~ 0,30 W/m² K kan oppgradering være kostnadseffektivt ned til et nivå rundt 0,17 W/m² K.

Minimal kostnytte / nåverdi på -107 kr/m² for en enebolig fra 1981 -90, der etterisolert fra U-verdi 0,26 til 0,14 W/m² K, se vedlegg 3.

Samlet energireduksjon for en bolig ca. 400 kWh/år

Maksimal kostnytte / nåverdi på 356 kr/m² for en enebolig <1956, der etterisolert fra U-verdi

0,61 til 0,14 W/m² K, se vedlegg 3.

Samlet energireduksjon for en bolig ca. 3.800 kWh/år

Mulige byggetekniske konsekvenser pga tiltaket

Ved etterisolering av etasjeskillere blir temperaturen i kjelleren eller kryperommet lavere enn før store deler av året. Lavere temperatur gir høyere relativ luftfuktighet (RF). Ved RF > 75 % og temperatur > 5 °C er det fare for vekst av muggsopp og annen overflatesopp. Særlig kritisk er det for trevirke nær yttervegg. Ved etterisolering på varm side av trebjelkelag, kan dette være kritisk for hele bjelkelaget.

Lavere temperatur medfører dessuten at kjelleren eller kryperommet blir mer utsatt for frost, noe som er kritisk for eventuelle vannrør. Kryperom har som oftest lavere temperatur og derfor høyere relativ luftfuktighet enn uoppvarmede kjellerrom, og er derfor mest utsatt for fukt- og frostskaider. Ved etterisolering av etasjeskillere over uoppvarmede kjellerrom eller over kryperom, må man alltid vurdere om det er nødvendig å sette i gang tiltak for å senke luftfuktigheten i kjelleren eller kryperommet, eksempelvis økt ventilasjon.

Merverdi

I tillegg til redusert oppvarmingsbehov kan tiltakene gi vesentlig bedre varmekomfort.

Komponentkrav nivå

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	0,13	W/m ² K
Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå minimums krav	0,18	W/m ² K
Betinget komponentkrav – Avhengig av utgangspunkt (Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)	0,15 – 0,3	W/m ² K

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. Nytt gulv mellom kjeller og oppvarmet rom
2. Nytt kjellergulv på grunn

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerheter vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklimate mm

Supplerende vurderinger

Gulv har relativ lang teknisk levetid, >30 år, og dette bør være en parameter i vurderingen av nivå for komponentkrav.

Vinduer og dører – boliger

Beskrivelse tiltak	1. Oppgradering fra original til minimums krav i TEK 10, 1,6 W/m² K 2. Oppgradering fra original til minimums krav i TEK 10 nivå, 1,2 W/m² K 3. Oppgradering fra original til lavenergi nivå, 1,0 W/m² K 4. Oppgradering fra original til passivhus nivå, 0,8 W/m² K																			
Investerings kostnad inkl. mva					Tiltak 1				Tiltak 2				Tiltak 3				Tiltak 4			
	Bolig maksimal, kr/m2 BRA				0				20				50				139			
	Bolig minimum, kr / m2 BRA				0				15				37				104			
Levetid					30				30				30							
Ekstra FDVU kostnad (utenom energi)					0				0				0				0			
Energireduksjon	Bolig - maks. kWh/m² år BRA				27				37				42				48			
	Bolig - min. kWh/m² år BRA				0				6				9				13			
Nåverdi / levetidskostnad inkl. mva					Realrente i %				Realrente i %				Realrente i %				Realrente i %			
	Energipris 1,0 kr/kWh				2 4 7				2 4 7				2 4 7				2 4 7			
	Bolig - min kost nytte				150 116 83				126 94 63				173 125 79				176 112 51 kr/m2 BRA			
	Bolig - maks kost nytte				596 460 330				811 622 441				898 682 475				925 990 450 kr/m2 BRA			
	Energipris 1,40 kr/kWh																			
	Bolig - min kost nytte				206 159 114				179 135 93				252 186 123				281 193 109 kr/m2 BRA			
	Bolig - maks kost nytte				819 632 454				1123 862 613				1253 956 672				1324 990 671 kr/m2 BRA			
	Energipris 1,8 kr/kWh																			
	Bolig - min kost nytte				263 203 145				232 176 122				331 247 123				386 274 167 kr/m2 BRA			
					1043 805 578				1434 1103 786				1608 1230 869				1722 1298 892 kr/m2 BRA			

Samlet kostnadsvurdering

Analysen viser veldig stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra 51 kr/m² til 1.042kr/m², men oppgradering er generelt lønnsomt. De vesentligste årsakene til variasjonen er:

- Utgangspunkt for rehabilitering/alder på bygget, og U-verdi på vindu som tilsvarer alder.
- Det nås positiv nåverdi for alle tiltak, hvilket betyr at det er lønnsomt at gå for bedre energistandard end det som i dag er kravet i TEK 10.

Vindusareal i modeller er relativt lave ca. 15 % av BRA

For kalkulasjonsrente på 4 % og energipris på 1,4 kr / kWh inkl. mva. fås:

Uavhengig av utgangspunkt vil det være mest lønnsomt at oppgradere vinduer til passivhusnivå, der U-verdi på vindu er mellom 1,6 og 2,6 W/m² K

Minimal kostnytte / nåverdi på 193 kr/m² for en enebolig fra 2001 -2010, der vindu med U-verdi på 1.6 skiftes til 0,8 W/m² K, se vedlegg 3.

Samlet energireduksjon for bolig ca. 2.100 kWh/år

Maksimal kostnytte / nåverdi på 990 kr/m² for en leilighetsblokk <1956, der vindu med U-verdi på 2,6 skiftes til 0,8 W/m² K, se vedlegg 3.

Energisparepotensial for typisk leilighet før 1956 ca. 4.800 kWh/år

Ut fra marginalkostnadsberegning av nåverdi fås positiv nåverdi ned til U-verdi på $\sim 1,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (konferer avsnitt 12).

Mulige byggetekniske konsekvenser pga tiltaket

Ved etterisolering av vegg og utskifting av vinduer, vil det være fornuftig å flytte vinduet

lengre ut i veggen. Dette vil bidra til at huset beholder det opprinnelige arkitektoniske uttrykket og vil være fordelaktig med tanke på å unngå vannlekkasjer og fuktskader.

Merverdi

En rekke produsenter i både inn- og utland produserer vinduer med U-verdier langt bedre enn minstekravet i TEK 10. Det vurderes derfor at komponentkravet til vinduer kan settes høyt.

En vindusleverandør produserte for eksempel ikke vinduer med U-verdi som oversteg minstekravet i TEK 10.

Komponentkrav nivå

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	1,2	W/m ² K
Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå minimums krav	1,6	W/m ² K
Betinget komponentkrav (Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)	0,8	W/m ² K

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. Nytt vindu større vindu

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerheter vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklimate mm

Supplerende vurderinger

Vinduer har relativ lang teknisk levetid, opp mot 30 år, og dette bør være en parameter i vurderingen av nivå for komponentkrav.

10.5 Bygnings komponenter detaljerte vurderinger yrkesbygg

Yttervegger – yrkesbygg

[illegible]

Samlet kostnadsvurdering

Det er ikke mulig å gi dekkende kostnadsvurderinger for alle mulige kombinasjoner av bygningstyper, tilstand og beliggenhet. Beregninger er derfor gjort for typisk kontorbygg fra / med 4 ulike tidsperioder / energistandard.

Maksimal og minimal kostnytte verdi er beregnet som den kombinasjon av investeringskostnad og energireduksjon som gir minimal og maksimal nåverdi. For begge verdier, angis den bygg type som nåverdien er beregnet for.

Generelt framkommer:

- Det er stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra $\div 40$ kr/m² til 839 kr/m². Den vesentligste årsaken til variasjonen er utgangspunkt for rehabilitering/alder på bygget.
- Det oppnås høyest lønnsomhet for eldre bygg som ikke allerede har fått noen oppgradering, alternativt kun en mindre «historisk» oppgradering. Dersom bygget har en U-verdi nær kravet til TEK 10, eller dersom det allerede er gjennomført en typisk historisk oppgradering, oppnås der lavere nåverdi/ negativ nåverdi.

For kalkulasjonsrente på 4 % og energipris på 1,1 kr / kWh eks. mva. fås:

Dersom bygget har en U-verdi nær kravet til TEK 10, eller dersom det allerede er gjennomført en typisk «historisk» oppgradering, oppnås det lavere nåverdi/ negativ nåverdi.

Der yttervegg som i utgangspunkt har U-verdi $> 0,35 - 0,40 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ kan oppgradering være kostnadseffektivt ned til et nivå rundt $0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Minimal kostnytte / nåverdi på $\div 13 \text{ kr/m}^2$ for et «90 bygg», som etterisoleres fra U-verdi $0,28$ til $0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Maksimal kostnytte / nåverdi på 529 kr/m^2 for et «30 bygg», som etterisoleres fra U-verdi 1 til $0,22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Ut fra marginalkostnad beregning av nåverdi fås positiv nåverdi ed til U-verdi på $\sim 0,14 - 0,23 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (konferer avsnitt 12). Lav verdi for minimum investeringskostnad, høy for maksimal investeringskostnad.

Mulige byggetekniske konsekvenser av tiltaket

Det kan være nødvendig å tilpasse takutstikket til den nye vegg. Det er sikrest for å unngå vannlekkasjer og fuktskader.

Man må være oppmerksom på at husene blir tettere når man etterisolerer eldre hus, monterer dampspærre eller ny vindsperre og nye vinduer. Tettere hus kan medføre behov for økt ventilasjon.

Teknologi og systemer er tilgjengelig i markedet. En murbygning bør pga fuktrisiko tilleggisoleres på utsiden så sant vernerestriksjoner ikke begrenser mulighetene for dette.

Merverdi

I tillegg til redusert oppvarmingsbehov kan tiltakene gi vesentlig bedre varmekomfort og redusert risiko for soppvekst.

Komponentkrav nivå

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	0,18	$\text{W/m}^2 \text{ K}$
Ubetinget komponent krav – TEK 10 nivå minimums krav	0,22	$\text{W/m}^2 \text{ K}$
Betinget komponentkrav – Avhengig av utgangspunkt	0,22 – 0,3	$\text{W/m}^2 \text{ K}$

(Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris $1,4 \text{ kr/kWh}$)

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. Utskifting av kledning
2. Utskifting av komplet stendervegg
3. Etterisolering av murvegg, innvendig / utvendig.
4. Ny puss på betong/ murt vegg
5. Montering av større vindu i vegg

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerheter vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklimate mm

Supplerende vurderinger

Yttervegger har relativ lang teknisk levetid, > 30 år, og dette bør være en parameter i vurderingen av nivå for komponentkrav.

Tak yrkesbygg

[illegible]

Samlet kostnadsvurdering

Det er ikke mulig å gi dekkende kostnadsvurderinger for alle mulige kombinasjoner av bygningstyper, tilstand og beliggenhet. Beregninger er derfor gjort for typisk kontorbygg fra / med 4 ulike tidsperioder / energistandard.

Maksimal og minimal kostnytte verdi er beregnet som den kombinasjon av investeringskostnad og energireduksjon som gir minimal og maksimal nåverdi. For begge verdier, angis den bygg type som nåverdien er beregnet for.

Generelt framkommer:

- Det er stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra ± 5 kr/m² til 1.162 kr/m². De vesentligste årsakene til variasjonen er, utgangspunkt for rehabilitering/alder på bygget,
- Det oppnås høyest lønnsomhet for eldre bygg som ikke allerede har fått noen oppgradering, alternativt kun en mindre «historisk» oppgradering. Dersom bygget har en U-verdi nær kravet til TEK 10, eller dersom det allerede er gjennomført en typisk historisk oppgradering, oppnås der lavere nåverdi/ negativ nåverdi.

For kalkulasjonsrente på 4 % og energipris på 1,4 kr / kWh inkl. mva. fås:

Dersom bygget har en U-verdi nær kravet til TEK 10, eller dersom det allerede er

gjennomført en typisk «historisk» oppgradering, oppnås det lavere nåverdi/ negativ nåverdi.

Der tak i utgangspunkt har U-verdi $> \sim 0,22 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ kan oppgradering være kostnadseffektivt ned til et nivå rundt $0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Minimal kostnytte / nåverdi på 4 kr/m^2 for et «90 bygg», der etterisolerers fra U-verdi 1,0 til $0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Maksimal kostnytte / nåverdi på 723 kr/m^2 for et «30 bygg», der etterisolerers fra U-verdi 1,0 til $0,13 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Ut fra marginalkostnad beregning av nåverdi fås positiv nåverdi ned til U-verdi på $\sim 0,14 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (konferer avsnitt 12).

Mulige byggetekniske konsekvenser av tiltaket

Det kan være nødvendig å tilpasse gavler der isolasjon gjøres som utvendig isolasjon.

Merverdi

I tillegg til redusert oppvarmingsbehov kan tiltakene gi vesentlig bedre varmekomfort og redusert risiko for soppvekst.

Komponentkrav nivå

Ubetinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	0,13	$\text{W/m}^2 \text{ K}$
Ubetinget komponent krav – TEK 10 nivå minimums krav	0,18	$\text{W/m}^2 \text{ K}$
Betinget komponentkrav – Avhengig av utgangspunkt	0,18	$\text{W/m}^2 \text{ K}$

(Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris $1,4 \text{ kr/kWh}$)

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. Nytt loftsrom
2. Utskifting av tak
3. Rehabilitering av himling mot loftsrom

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerheter vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklime mm

Supplerende vurderinger

Yttertak har relativ lang teknisk levetid, >30 år, og dette bør være en parameter i vurderingen av nivå for komponentkrav.

Vinduer - yrkesbygg

[illegible]

Samlet kostnadsvurdering

Det er ikke mulig å gi dekkende kostnadsvurderinger for alle mulige kombinasjoner av bygningstyper, tilstand og beliggenhet. Beregninger er derfor gjort for typisk kontorbygg fra / med 4 ulike tidsperioder / energistandard.

Maksimal og minimal kostnytte verdi er beregnet som den kombinasjon av investeringskostnad og energireduksjon som gir minimal og maksimal nåverdi. For begge verdier, angis den bygg type som nåverdien er beregnet for.

Generelt framkommer:

- Det er stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra $\div 67 \text{ kr/m}^2$ til 1.066 kr/m^2 . De vesentligste årsakene til variasjonen er, utgangspunkt for rehabilitering/alder på bygget,

For kalkulasjonsrente på 4 % og energipris på 1,4 kr / kWh inkl. mva. fås:

Dersom bygget har en U-verdi nær kravet til TEK 10 (1,2 W/m² tiltaksmodell) eller dersom det allerede er gjennomført en typisk «historisk» oppgradering til samme nivå, oppnås det lavere nåverdi/ negativ nåverdi.

Der i utgangspunkt har U-verdi $\sim 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ kan oppgradering være kostnadseffektivt ned

til et nivå rundt 1,0 W/m² K.

Minimal kostnutt / nåverdi på ÷22 kr/m² for et «TEK 10 bygg», der vinduer oppgraderes fra U-verdi 1,2 til 0,8 W/m² K.

Maksimal kostnutt / nåverdi på 796 kr/m² for et «30 bygg», der vinduer oppgraderes fra U-verdi 2,8 til 0,8 W/m² K, passivhus nivå

Ut fra marginalkostnad beregning av nåverdi fås positiv nåverdi ned til U-verdi på ~ 1,0 W/m² K (konferer avsnitt 12).

Mulige byggetekniske konsekvenser pga tiltaket

Ved etterisolering av vegg og utskifting av vinduer vil det fornuftig å flytte vinduet lengre ut i veggen. Dette vil bidra til at en beholder det opprinnelige uttrykket og vil være fordelaktig med tanke på å unngå vannlekkasjer og fuktskader.

Merverdi

En rekke produsenter i både inn- og utland produserer vinduer med U-verdier langt bedre enn minstekravet i TEK 10. Det vurderes derfor at komponentkravet til vinduer kan settes høyt.

En vindusleverandør produserte for eksempel ikke vinduer med U-verdi som oversteg minste kravet i TEK 10.

Komponentkrav nivå

Ubettinget komponent krav – TEK10 nivå tiltaksmodell	1,2	W/m ² K
Ubettinget komponent krav – TEK10 nivå minimums krav	1,6	W/m ² K
Bettinget komponentkrav (Forutsatt kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,4 kr/kWh)	1,0 (1,2)	W/m ² K

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. Nytt vindu
2. Større vindu

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerheter vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklime mm

Supplerende vurderinger

Vinduer har relativ lang teknisk levetid, opp mot 30 år, og dette bør være en parameter i vurderingen av nivå for komponentkrav.

10.5.1 Tekniske komponenter

Energieffektiv belysning

Komponent	Energieffektiv belysning									
Bygningstypologi	Yrkesbygg									
Klima	Oslo									
Tiltak	Nytt effektivt belysningsanlegg med tilstedeværelsessensor og lysdimming, på 1 m2 BRA									
Utgangspunkt for komponent utskifting (initiering)	1. utskifting av eksisterende belysnings system 2. Utskifting av himlingskonstruksjon 3. Vanskelig å supplere lyskilder - f.eks ved U-formede T8-rør									
Beskrivelse tiltak	1. Dårlig eksisterende system <25W /m2 til (stationær uten styring) til TEK 10 niveau 8 W/ m2 2. Middel eksisterende system <15W /m2 til (stationær uten styring) til TEK 10 niveau 8 W/ m2 3. Dårlig eksisterende system <25W /m2 til (stationær uten styring) til bedst praksis med styring Dim. + tilsetdev. 4W/ m2 (snitt) 4. Middels eksisterende system 15W /m2 til (stationær uten styring) til bedst praksis med styring Dim. + tilsetdev. 4W/ m2 (snitt)									
			Titak 1		Titak 2		Tiltak 3		Tiltak 4	Merknad
Investerings kostnad eksl. mva	Yrkesbygg maksimal	30	"Alle pris interval"	30	"Alle pris interval"	100	"Alle pris interval"	100	"Alle pris interval"	kr/m2 BRA
	Yrkesbygg minimum	60		60		150		150		kr/m2 BRA
Levetid		20		20		20		20		år
Ekstra FDVU kostnad (utenom energi)		0		0		0		0		kr/enhet
Energireduksjon	Yrkesbygg - maks	52	"90 bygg"	17	"90 bygg"	59	"90 bygg"	23	"90 bygg"	kWh/ m2 BRA år
	Yrkesbygg - min.	18	"30 bygg"	7	"30 bygg"	21	"60 bygg"	10	"30 bygg"	kWh/ m2 BRA år
Nåverdi / levetidskostnad, eks. mva		Realrente i %			Realrente i %					
	Energi pris 0,8 kr/kWh	2	4	7	2	4	7	2	4	7
	Yrkesbygg - min. kostnytte	205	166	123	62	46	29	175	128	78
	Yrkesbygg - maks. kostnytte	620	505	381	162	125	84	622	491	400
	Energi pris 1,1 kr/kWh									
	Yrkesbygg - min. kostnytte	294	239	180	96	75	52	278	214	145
	Yrkesbygg - maks. kostnytte	875	717	546	246	194	138	911	732	588
	Energi pris 1,4 kr/kWh									
	Yrkesbygg - min. kostnytte	382	312	237	130	103	74	381	300	211
	Yrkesbygg - maks. kostnytte	1130	929	711	329	263	192	1201	973	775

Samlet kostnadsvurdering

Det er ikke mulig å gi dekkende kostnadsvurderinger for alle mulige kombinasjoner av bygningstyper, tilstand og beliggenhet. Beregninger er derfor gjort for typisk kontorbygg fra / med 4 ulike tidsperioder / energiteknisk tilstand.

Investeringskostnad forutsettes lik for de ulike bygningstyper, men energireduksjonen varierer.

Maksimal og minimal kostnytte verdi er beregnet som den kombinasjon av investeringskostnad og energireduksjon som gir minimal og maksimal nåverdi. For begge verdier angis den bygningstype som nåverdien er beregnet for.

I tiltak nr. 1 og 2 beregnes ekstrakostnad for energieffektivt system der det gjennomføres en komplett utskifting av eksisterende belysningsanlegg for arealet. Altså nytt belysningsanlegg basert på moderne lyskilder og belysningsnivå i henhold til dagens normer. Dette kan medføre behov for bygningsmessige arbeider samt omlegging av eksisterende kabelanlegg.

I tiltak nr. 3 og 4 beregnes ekstra kostnad for energieffektivt system der det gjennomføres en komplett utskifting av belysningsanlegg samt ettermontering av styringsanlegg. Ved ettermontering av styringsanlegg kan man risikere at man også må skifte ut fordelingssystemet i området.

Bygningsmessige arbeider for å få frem kabler er ikke medregnet. Det forutsettes at eksisterende kabelanlegg og fordelinger kan gjenbrukes uten for store ombyggingskostnader.

Analysen viser:

- Det er veldig stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra -15 kr/m² til 1130 kr/m², generelt lønnsomt. De vesentligste årsakene til variasjonen er:
- Byggets isoleringsstand, dårlig isolerte bygg (typisk eldre bygg) gir lavere energireduksjon da en vesentlig andel av energibruken nyttiggjøres til oppvarming. Dette vil ikke gjelde for godt isolerte bygg.
- Der det er gjort etterisolering av bygget vil taket vanligvis ha en positiv nåverdi.

Mulige byggetekniske og tekniske konsekvenser av tiltaket

Moderne armaturer med T5-lysrør eller LED-lyskilde benytter betydelig mindre effekt for å produsere samme mengde lys som en eldre armatur.

Ved utskifting av armatur vil man kunne spare ca. 50 % (15 – 30 kWh/m² år) av energibruken kun ved utskifting av gammel teknologi.

Det er imidlertid mulig å benytte armaturer med integrerte sensorer for tilstedeværelse og dagslyssensorer. Erfaringsmessig vil et system med sensorer integrert i en armatur, være en noe mindre energieffektiv løsning enn en frittstående sensor, som kan plasseres mer optimalt.

Det er flere store armaturleverandører som tilbyr slik styring som en opsjon på sine standardprodukter.

Det snakkes mye om LED-armaturer i disse tider, men dette gir i en normalsituasjon en mindre energibesparelse sett opp mot andre aktuelle typer. Det vurderes at effektiviteten vil øke innenfor en 5 års periode.

Det er først ved demping (f.eks. ved dagslysstyring) at LED-lyskilder vil gi en merkbar besparelse sett i forhold til moderne T5-lysrørarmatur.

Merverdi

En reduksjon i energiforbruket til belysningsanlegget vil påvirke klimaanlegget i bygget. Kjølebehovet vil reduseres i sommerhalvåret og oppvarmingsbehovet vil øke i vinterhalvåret, forutsatt at byggets yttervegger ikke samtidig rehabiliteres.

Et moderne belysningsanlegg vil, dersom det prosjekteres riktig, være med på å øke synskomforten i arealer som krever gode synsprestasjoner, selv om enkelte brukere i en overgangsperiode vil kunne reagere på at belysningsnivåer i gangarealer er senket. Dette vil være et forbigående tema. I forbindelse med prosjektering av belysningsanlegg, er det derfor viktig å kartlegge hvordan byggets ulike arealer benyttes av beboerne.

Komponentkrav nivå

Ubetinget komponent krav - TEK nivå 6,4 W/m²
(Ikke definert pr. i dag i TEK 10, standardisert verdi fra NS 30131, med styring. Tilsvarende LENI 19 kWh/m² år)

Ubetinget komponent krav - min nivå 8 W/m²
(Ikke definert pr. i dag i TEK 10, standardisert verdi fra NS 30131, uten styring. Tilsvarende LENI 25 kWh/m² år)

Betinget komponentkrav 4 - 8 W/m²

(Kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,1 kr/kWh)

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. utskifting av eksisterende belysnings system
2. utskifting av himlingskonstruksjon
3. vanskelig å supplere lyskilder - f.eks. ved U-formede T8-rør

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerheter vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklima mm

Oppgradering ventilasjons aggregat - varmegjenvinner og SFP.

[illegible]

Samlet kostnadsvurdering

Det er ikke mulig å gi dekkende kostnadsvurderinger for alle mulige kombinasjoner av bygningstyper, tilstand og beliggenhet.

Maksimale og minimale kostnad er fastlagt ut fra maks. og minimal investeringskostnad for alle kombinasjoner av bygningstyper og alder. Samlet oversikt er vist i vedlegg. Samme metode er brukt for fastsetting av maksimal og minimal nåverdi.

Analysen viser:

- Det er stor variasjon i lønnsomheten for ulike bygninger, fra 223 kr/m² til 621 kr/m², men generelt er tiltaket lønnsomt.
- Den vesentligste årsaken til variasjonen er, luftmengde på anlegget. 30 og 60 bygg som har mindre luftmengde har mindre energireduksjon i forhold til 90 bygg og TEK 10 bygg.

Mulige byggetekniske og tekniske konsekvenser pga tiltaket

Investeringskostnad er marginal kostnad for å velge større aggregater, der er nødvendig for å nå bedre gjenvinningsgrad og lavere SFP. Det betyr i praksis at høyde og bredde på aggregater øker. Det er forutsatt at det er plass for dette i tekniske rom.

Denne forutsetning vil trolig ikke være korrekt for alle bygg. Komponentkravet kan formuleres som et betinget krav der det er plass i teknisk rom.

Det vurderes at tiltaket har så god nåverdi, at der hvor det er teknisk og praktisk mulig vil det trolig gjennomføres uansett.

Merverdi

Ingen umiddelbart utover lavere driftskostnad.

Komponentkrav nivå

Ubetinget komponent krav - TEK nivå:	varmegjenvinner	> 80	%
	SFP	< 2,0	kW/(m ³ /s)
Ubetinget komponent krav - TEK nivå:	varmegjenvinner	> 70	%
	SFP	< 2,0	kW/(m ³ /s)
Betinget komponent krav	varmegjenvinner	> 80	%
	SFP	< 2,0	kW/(m ³ /s)

(Sannsynlig nivå der det velges kalkulasjonsrente 4 %, og energipris 1,1 kr/kWh)

Vedlikehold som utløser komponentkrav

1. Rehabilitering av ventilasjons anlegg
2. Nyt ventilasjonsaggregat
3. Utvidelse på eksisterende ventilasjonssystem

Forslag til krav er veiledende og skal brukes som anslag på mulige nivå.

Forslaget er beheftet med usikkerhet jf. tidligere diskusjon av usikkerheter vedrørende forutsetninger, variasjoner for bygg kvaliteter, regionale variasjon i uteklime mm

10.6 Kvalitative vurderinger av bygningskomponenter for boliger og yrkesbygg

10.6.1 Bygningskomponenter

Kuldebroverdier

En kuldebro er en del av klimaskjermen der varmemotstanden endres betydelig av en eller flere av følgende forhold:

- Klimaskjermen består helt eller delvis av materialer med en dårligere isolasjonsverdi. Et eksempel på dette er der et etasjeskille møter en yttervegg.
- Forskjellig materialtykkelse på isolasjon på ytterveggen.
- Vindu montert i fasaden gir lavere isolasjonsverdi i sammenføyningen.
- Overgangen mellom yttervegg, grunnmur og dekke mot grunn har dårlig isolasjonsverdi.
- Forskjell mellom arealet på innvendige og utvendige overflater (geometrisk kuldebro), typisk i skjæringspunkter.

Å utbedre kuldebroer etter at bygget er ferdig, koster langt mer enn å ta hensyn til dem på nybygg. Kuldebroverdien beskrives ofte med lineær varmegjennomgangskoeffisient /lineær kuldebro, benevnt Ψ og med enheten W/m K.

I NS 3031 og TEK omregnes den samlede lengde kuldebroer for hele bygget til en normalisert kuldebroverdi pr. m² BRA, med enheten W/ m² K.

Kuldebroverdien er oftest bestemt av kvaliteten på sammenføyningen av 2 eller flere komponenter, eksempelvis overgang mellom yttervegg og tak, overgang mellom vindu og yttervegg.

Det er vanskelig å stille spesifikke krav til reduksjon av normaliserte kuldebroverdier utover det gjeldende kravet i TEK per i dag. Omvendt vurderes det mulig i enkelte tilfeller å stille krav til maksimale verdier for lineære kuldebroverdier.

Da den lineære kuldebroen ofte er et produkt av sammenføyningen av to ulike bygningskomponenter, kan det være vanskelig å generelt knytte kravet til en enkelt bygningskomponent. Det kan også være vanskelig å definere hva som utløser et komponentkrav. Kravet må derfor mest trolig formuleres som et betinget krav hvor flere komponenter utskiftes samtidig.

For eksempel kan det stilles krav til lineær kuldebroverdi dersom yttervegg og vinduer rehabiliteres samtidig. Denne tilnærming er brukt i det danske bygningsreglementet. Her utløses kravet «der dette er mulig i sammenheng med utskifting av en bygningskomponent».

Potensial for energireduksjon

Energireduksjon ved reduksjon av normalisert kuldebroverdi er beregnet for yrkesbygg ref. vedlegg 5 og /16/. Resultatene er oppsummert i følgende tabell 7

Tiltak	TEK 10 (start verdi 0,09)	Modell 90 (start verdi 0,12)	Modell 60 (start verdi 0,15)	Modell 30 (Start verdi 0,15)
Kuldebroverdi endret til 0,09 W/m ² K	-	-3,0 kWh/ m ² år	-6,0 kWh/ m ² år	-6,0 kWh/ m ² år
Kuldebroverdi endret til 0,06 W/m ² K	-2,0 kWh/ m ² år	-6,0 kWh/ m ² år	-9,0 kWh/ m ² år	-9,0 kWh/ m ² år
Kuldebroverdi endret til 0,03 W/m ² K	-5,0 kWh/ m ² år	-9,0 kWh/ m ² år	-12,0 kWh/ m ² år	-12,0 kWh/ m ² år

Tabell 7 Endring i netto energibruk ved forbedring av normalisert kuldebroverdi fra startverdi til hhv 0,09, 0,06 og 0,03 W/m² K.

Oppsummering - Komponentnivå lineær kuldebroverdi

Det vanskelig å definere et entydig og ubetinget krav til normalisert kuldebroverdi.

Det vurderes at det kan stilles krav til maksimal verdi for lineær kuldebroverdi der en eller flere bygningskomponenter utskiftes eller rehabiliteres samtidig.

Den utløsende faktor for komponentkravet er mer vanskelig, men et krav tilsvarende krav i dansk regelverk kan være en mulighet.

«Lineær kuldebroverdi oppgraderes der det er mulig i sammenheng med utskifting av en eller flere bygningskomponenter.»

Eksempler på maksimale verdier for lineær kuldebroer kan være (eksempler på nivåer må / skal vurderes for å bestemme det rette nivå):

- Vindu i yttervegg $\Psi < 0,03 \text{ W/m K}$
(krever at vindu er inntrukket fra utside av vindsperre)

Lekkasjetall

Lekkasjetall eller tetthet er et mål for hvor tett bygningskonstruksjonen er. Tetthet oppgis i antall luftskifter ved trykksetting av bygget med over- og undertrykk på 50 Pascal (50 Pa). Norsk standard NS – EN 13829 angir metode for måling av tetthet i bygg. Vanligvis brukes "Blower Door" testmetoden, som vist på figur 10



Figur 10 Tetthetsmåling i bygg med "Blower door" utstyr.

I praksis er det utettheter i overgang gulv/vegg eller tak/vegg eller mellom karm/vegg rundt vinduer/dører som medfører luftlekkasjer inn i rom. Eksempel på utbedring er at vindsperre ved overgang utbedres og/eller at det tettes med fugemasse / inndytting av isolasjonsstriper bak list.

Det vurderes at tekniske tiltak for å nå bedre tetthet, er enkelt og fullt ut mulig å gjennomføre. Tiltaket kan gjøres for en enkelt bygningskomponent der den utskiftes eller rehabiliteres. Tiltaket kan også gjennomføres isolert på eksisterende bygningskomponent, for eksempel ny tetting i overgang mellom vindu og vegg.

TEK 10 krever en tetthet på $2,5 \text{ h}^{-1}$ for boliger og $1,5 \text{ h}^{-1}$ for yrkesbygg tiltaksmodellen. Tilsvarende krav for passivhus nivå er $0,6 \text{ h}^{-1}$. TEK10 har ikke noen supplerende minstekrav.

Med utgangspunkt i tetthetskrav er det vanskelig å stille spesifikke krav til reduksjon av tetthet, som kravet er i gjeldende TEK per i dag, da kravet er definert for det samlede byggets tetthet. Kravet kan derfor være svært vanskelig å isolere til en enkelt bygningskomponent, da tettheten er et produkt av alle byggets overflater.

Det vurderes vanskelig å knytte kravet til en enkelt bygningskomponent, og det kan være vanskelig å definere hva som utløser et komponentkrav. Kravet må derfor mest trolig formuleres som et betinget insentiv ved gjennomføring av tetteltak der en eller flere bygningskomponenter utskiftes eller rehabiliteres. Det vurderes at det er ved utskifting av vinduer/dører/porter/glassfasader at et slikt komponentkrav er mest aktuelt.

Potensial for energireduksjon

Energireduksjon ved reduksjon av normalisert tetthet er beregnet for yrkesbygg konferer vedlegg 5 og /16/. Resultatene er oppsummet i følgende tabell.

I modellberegningene er det forutsatt at bygget overholder krav i TEK 10. Energibesparelse for bedre tetthet, på hhv $1,0$ og $0,5 \text{ h}^{-1}$, er vist i tabellen under.

Tiltak	TEK 10	Model 90	Model 60	Model 30
Lekkasjetall endret fra original til $1,0$	$3 \text{ kWh/ m}^2 \text{ år}$	$8 \text{ kWh/ m}^2 \text{ år}$	$13 \text{ kWh/ m}^2 \text{ år}$	$26 \text{ kWh/ m}^2 \text{ år}$
Lekkasjetall endret fra original til $0,5$	$6 \text{ kWh/ m}^2 \text{ år}$	$11 \text{ kWh/ m}^2 \text{ år}$	$17 \text{ kWh/ m}^2 \text{ år}$	$30 \text{ kWh/ m}^2 \text{ år}$

Tabell 8 Energireduksjon netto energi ved forbedring av tetthet fra original til henholdsvis $1,0$ og $0,5$ luftvekslinger pr. time.

I /1/ er det oppgitt ENØK-potensialer på $40 - 60 \text{ kWh/år}$ per løpemeter som tettes, avhengig av størrelsen på luftlekkasjen, med en kostnad på $100 - 400 \text{ kr}$ per løpemeter for tetningsarbeid (prinsnivå 2005). Levetid for tiltaket er 15 år .

Oppsummering lekkasjetall – tetthet.

Tiltaket vurderes generelt å være et kostnadseffektivt tiltak.

Det er vanskelig å definere et entydig og ubetinget krav til tetthet, men det vurderes som mulig å formulere krav til gjennomføringen av tetting av overgangen mellom bygningskomponenter hvor en eller flere komponenter utskiftes eller rehabiliteres. Eksempler på bygningskomponenter er dører, vinduer, porter, glassfasader.

Det er ikke mulig å knytte kravet til et spesifikt krav til målt lekkasje. Kravet må trolig gis som et krav til gjennomføring av tetttiltak.

Solavskjerming

Effektiv solavskjerming gir generelt redusert energibehov til kjøling (der bygget har et kjøleanlegg) og oftest et økt energibehov til oppvarming pga redusert oppvarmingsbidrag fra passiv solvarme

For boliger er det per i dag ikke vanlig å installere kjøling. En rekke studier viser at lavenergiboliger kan ha problemer med overtemperatur der de har store vindusarealer /30/. Høye innetemperaturer forårsaket av solinnstråling, gir en potensiell risiko for at byggeier installerer kjøling, og dette medfører større el energibruk i boligen.

TEK 10 krever at solutsatte fasader skal ha solskjerming, og at samlet solfaktor skal være mindre enn 0,15 på solbelastet fasade. En slik samlet solfaktor kan oppnås med utvendig solskjerming, som for eksempel markise eller persienne, uten å gå på bekostning av lystransmittansen i glasset.

Potensial for energireduksjon

Netto energibesparelse kan oppsummeres som redusert energibruk til kjøling minus økt energibruk til oppvarming pga solavskjermingen. For yrkesbygg gjelder at godt isolerte bygg, som har tilstrekkelig kjølekapasitet til å opprettholde tilfredsstillende romtemperatur, vil samlet sett få et redusert energibehov ved god solskjerming. Dårlig isolerte bygg har større behov for soltilskudd (kan nyttiggjøre en større andel), og vil derfor ikke nødvendigvis få lavere energibehov ved dårligere solskjerming. Slike bygg vil som oftest da ha for høye romtemperaturer og dermed et dårlig inneklima. Effekten for yrkesbygg (kontorer) er for eksempel byggene C – A er vist følgende tabell 8 /16/.

Tiltak	TEK 10	Modell 90	Modell 60	Modell 30
Bedret total solskjerming fra 0,35 til 0,1	-TEK 10 krav til utvendig solskjerming	- 0,6 kWh/ m ² år	8,8 kWh/ m ² år	9,7 kWh/ m ² år

Tabell 9 Endring i energibruk (levert energi for fjernvarme) når total solavskjermning endres fra 0,35 til 0,1.

Endringen i energibruk er sammensatt av et økt energibehov til oppvarming, som følge av mindre tilskudd fra solvarme, og økt energibruk til lokal kjøling. For modell 90 er besparelsen på kjøling større enn økt energibruk til oppvarming og tiltaket gir en netto besparelse. Modell 60 og 30 har ikke lokal kjøling og energibehovet reduseres derfor ikke, men økes på grunn av redusert tilskudd fra passiv solvarme.

Med en hensiktsmessig styring av persienner kan effekt på oppvarming reduseres vesentlig, og samlet besparelse vil dermed øke.

I barrierer studier for yrkesbygg vurderes besparelsen til:

- | | | |
|---------------|--------|-----------------------|
| • Før TEK 87 | 0 | kWh/m ² år |
| • TEK 87 bygg | 0 – 31 | kWh/m ² år |
| • TEK 97 bygg | 0 – 31 | kWh/m ² år |
| • TEK 07 bygg | 0 | kWh/m ² år |

Generelt sett medfører dette et vesentlig potensial for energireduksjon. I tillegg vil bedre solavskjerming sannsynligvis føre til et bedre inneklima.

Oppsummering – Solavskjerming

Det vurderes at montering av solavskjerming vil være egnet for komponent krav.

Det vurderes at kravet i tillegg til energireduksjon, vil gi et bedre inneklima.

Krav til solavskjerming er per i dag en del av kravet i TEK 10, energiltak § 14-3 (tiltak for eliminering av lokal kjøling) og minstekrav § 14-5.

10.6.2 Øvrige tekniske komponenter

Balansert mekanisk ventilasjon – boliger

Boligen har kun naturlig ventilasjon, dvs. at luftutskiftning (medfølgende varmetap) skjer kontinuerlig gjennom luker i vegg, spalter over vinduer og ved bevisst / ubevisst vinduslufting. Det kan vurderes å installere et balansert ventilasjonsanlegg, som gir kontroll med luftutskiftningen samt varmegjenvinning fra avtrekksluften.

Nybygg godkjent etter energiltaksmetode i TEK10 skal ha varmegjenvinning med gjenvinningsgrad på 70 % for boliger samt arealer hvor varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensning, og 80 % for øvrige bygg.

Balansert mekanisk ventilasjon kan relativt enkelt integreres i design av nye boliger, men det vurderes vanskelig å installere i mange eksisterende boliger.

Mange eksisterende boliger er på 2 plan, og det er vanskelig å få plass til føringer for kanaler når dette ikke kan gjøres fra et loft.

Følgearbeider med inndecking av kanaler, reparasjon etter huller i himling mm, vurderes å være relativt kostnadscrevende. Installasjon av et ventilasjonsanlegg i eksisterende bolig er vesentlig dyrere enn installasjon ifm. nybygg. Kostnad er stipulert i litteraturen til 70 - 100.000 kr /1/.

Potensial for energireduksjon

Varmegjenvinneren i nye boligventilasjonsanlegg har en virkningsgrad på opptil 80 %. Imidlertid vil installasjon av et ventilasjonsanlegg medføre større luftutskiftning (mer luft som må varmes opp) enn tidligere, og det er derfor vanskelig å si om energibruken vil øke eller minke i reell bruk. Dette avhenger av eksisterende naturlig ventilasjon og bruksvaner, og av nytt ventilasjonsanlegg, luftmengder, behovsstyring og drift.

Oppsummering – Balansert mekanisk ventilasjon boliger

Det vurderes svært vanskelig og gi en generell kostnyttevurdering av et komponentkrav til balansert ventilasjon i eksisterende boliger.

Det vurderes at kravet ikke vil være lønnsomt, og det vurderes at det ikke er mulig å sette komponentkrav til balansert mekanisk ventilasjon i boliger. Det vurderes at dersom dette ønskes, må tiltak gjøres gjennom andre incentiver.

Krav til balansert ventilasjon er per i dag en del av krav i TEK 10, energiltak § 14-3.

Romregulering og natt – helgesenkning i boliger og yrkesbygg

Natt og helgesenkning krever senkning av romtemperaturen utenfor driftstiden.

I boliger kan dette være vanskelig, da driftstiden er relativ lang, hvilket i praksis betyr at senkning av temperaturen i hovedsak er mulig midt på dagen, på natten og i forbindelse med ferie, altså når boligen ikke er i bruk.

Det vurderes at besparelse for boliger skjer gjennom styring av romtemperaturen, så denne er tilpasset behov og bruksmønster i hver enkelt rom i boligen. Gamle, manuelle radiatorventiler, eller elektriske ovner uten termostat, blir ofte stående konstant åpne, mens for høy temperatur kompenseres ved utlufting. Dette fører til økt energiforbruk. Kravet for boliger må derfor settes som krav til regulering av innetemperatur på romnivå.

For bygg med panelovner vil et krav til romreguleringen medføre at alle panelovner må utskiftes med nye ovner med termostat for regulering av romtemperatur. Dette vurderes relativt enkelt å kunne stilles som krav, og teknologien er tilgjengelig i markedet.

For vannbårne varmesystemer kreves termostat- eller elektrisk styrte ventiler på hver enkelt radiator. Ventiler finnes i markedet, og det vurderes fullt ut teknisk mulig å montere disse i de fleste varmesystemer. Det vurderes at montering kan skje i sammenheng med utskiftning av eldre radiatorer, og kravet kan derfor kobles samme med utskifting av radiatorer.

For yrkesbygg er driftstiden trolig noe kortere, og det gir mulighet for lengre senkningsperiode, og dermed større energireduksjoner.

I samsvar med krav for boliger, kan det stilles krav til regulering av innetemperatur på romnivå, og reguleringen kan kombineres med krav til mulighet for natt- og helgesenkning av innetemperatur.

Potensial for energireduksjon

For boliger vil energireduksjonen i hovedsak være en gevinst som oppnås ved en nøyaktig regulering av innnetemperaturen, slik at varmepådraget reguleres under hensyn til internt varmetilskudd, solinnfall mm.

I ENØKs nøkkeltall vurderes energibesparelsen til 5 % av byggets oppvarmingsforbruk /1/. Besparelsen avhenger bruksvaner.

I næringsbygg nås energireduksjonen ved en kombinasjon av en nøyaktig regulering av innnetemperaturen, og natte- og helgesenking.

I ENØKs nøkkeltall vurderes energibesparelsen for romregulering i kombinasjon med natt-helgesenkning av innnetemperatur, til en samlet energibesparelse på 10 % av byggets oppvarming forbruk /2/.

I barrierestudier næringsbygg /13/ vurderes besparelspotensialet til 3 – 14 % for natt-helgesenking.

Besparelsen avhenger bruksvaner.

Oppsummering – Rom regulering og helge og nattsinking av temperatur

Krav til romregulering i alle rom er fullt ut teknisk mulig, og vurderes å kunne gjennomføres som krav for bolig og yrkesbygg.

Krav til natt- og helgesenking vil trolig ha størst potensial for næringsbygg.

Krav til natt- og helgesenking er per i dag en del av krav i TEK 10, energitiltak § 14-3.

Det er per i dag ikke krav til energieffektivitet på pumper i TEK10. I danske regelverk er det krav til at pumper som skiftes skal ha en minimums energieffektivitet; sirkulasjonspumper for vannbåren varme, tappevann, varmepumper og kjøleanlegg skal oppfylle krav til energimerke A eller tilsvarende, ref. kap. 5.

Økodesigndirektivet har kriterier for sirkulasjonspumper for varmeanlegg (ikke sirkulasjonspumper for drikkevann). Kravet til energieffektivitet slår inn 1.1.2013. Krav til pumper på øvrige funksjonsområder er planlagt i kommende krav. ref. kap. 9.

Potensial for energireduksjon – pumper yrkesbygg

Energisparepotensialet avhenger av utgangspunktet og kan variere fra bygg til bygg. I bygg med eksisterende gamle og overdimensjonerte pumper, kan det nås vesentlig energireduksjon ved å skifte til nye, mindre og energieffektive pumper, og ved å gå fra konstante vannmengder til et mengderegulert anlegg. Besparelsen nås ved å velge en pumpe som passer bedre til behovet (som kan være endret som følge av andre energieffektiviseringstiltak) og ved å velge en moderne, mer energieffektiv pumpe.

Oppsummering – pumper yrkesbygg

Det vurderes å kunne oppnå vesentlige energireduksjoner gjennom tilpasning av pumpe til aktuelt behov, og ved sette krav til energieffektiviteten til pumpen.

Krav til optimalt valg kan trolig ikke gis som et generelt komponentkrav, men et krav til energieffektivt er fullt mulig.

Kravet kan være; sirkulasjonspumper for vannbåren varme, tappevann, varmepumper og kjøleanlegg skal oppfylle krav til energimerke A eller tilsvarende.

Krav til natt og helgesenkning er per i dag ikke en del av krav i TEK 10, energiltak § 14-3 eller minstekrav § 14.5.

Rørisolasjon

I et lavenergibygget eller et passivhus vil varmetapet fra varme rør utgjøre en stigende andel av byggets samlede energibruk. En del av varmetapet vil komme bygget til gode, i /2/ angiver følgende anslagsverdier:

Uoppvarmet rom		100 %
Tempererte soner:	$5^{\circ}\text{C} < T < 15^{\circ}\text{C}$	75 %
Oppvarmede soner:	$T > 15^{\circ}\text{C}$	50 %

Men i et perspektiv der bygg generelt blir stadig bedre isolert, vil den andel som kan nyttiggjøres reduseres vesentlig, og en stadig økende andel av varmetapet fra rør og ventiler vil forbli tap.

En dansk undersøkelse av varmetap fra sirkulasjonskurser for varmt tappevann, viser systemvirkningsgrad på 0,3 til 0,77 for boliger, og 0,08 til 0,46 for yrkesbygg. En vesentlig del av energibruken til tappevann blir dermed tap i ventiler, rør og bereder /29/.

Selv i mange nye bygg i Norge i dag, isoleres kun selve rørrettet, mens ventiler, pumper, flenser, etc. er uisolert.

Samlet vurderes at isolasjon av rørrnett og komponenter bør ha en prioritet, slik at varmetapet reduseres. Teknologien er tilgjengelig i markedet i dag, og det vurderes fullt mulig å beskrive komponentkrav for isolasjon av rør og komponenter.

På ventiler og komponenter kan det monteres avtakbare isolasjonspulver. På rør er det mer naturlig å benytte rørskalet eller tilsvarende produkt.

Danske komponentkrav inneholder krav til isolasjon av rørinstallasjoner, og det er gitt veiledning til kostnadseffektive oppgraderinger. Tilsvarende bør/kan komponentkrav i Norge suppleres med veiledninger til energi- og kostnadseffektive oppgraderinger.

Potensial for energireduksjon – rørisolasjon

Energibesparelsen beregnes ut fra antall løpemeter uisolerte rør, ventiler og komponenter. Varmetapet vil variere avhengig av kvalitet og tykkelse på isolasjon, tetting av skjøter på installasjon, rørdimensjon og omgivende temperatur.

I ENØK nøkkeltall angis metoder for beregning av tap og energibesparelse ved isolasjon, se til eksempel /1/ og /2/.

Oppsummering – isolasjon av rør og komponenter

Det vurderes å kunne gi vesentlige energireduksjoner ved sette krav til energieffektiv isolasjon av rør og rørdeler/komponenter, og det vurderes nødvendig for å tilrettelegge for kommende skjerping at krav til byggets varmetap.

Krav til optimalt valg kan trolig ikke gis som et generelt komponentkrav, men krav til minimumskvalitet fullt mulig.

Danske komponentkrav inneholder krav til isolasjon av rør installasjoner, og det er gitt veiledning til kostnadseffektive oppgraderinger. Tilsvarende bør/kan komponentkrav i Norge suppleres med veiledning til energi- og kostnadseffektive oppgraderinger.

Krav til rørisolasjon er per i dag ikke en del av krav i TEK 10, energiltak § 14-3 eller minstekrav § 14.5.

10.6.3 Øvrige systemkomponenter

EOS formålsdelt energibruk og energioppfølging

Potensialet for energireduksjon gjennom energioppfølgingssystemer (EOS) er diskutert innledningsvis i kapittel 1. Det er kjent fra en rekke studier at identiske bygninger kan ha stort og avvikende energibruk til tross for at byggenes teoretiske beregnede energibruk skulle være like eks. /30/.

I Enova barrierestudier konkluderes at det er et stort energisparepotensial i å ha; «Fokus på bruks- og driftsrelaterte elementer – for eksempel energiledelse og kompetanse, og hvordan vi bruker energi i boligen» /11/.

Ny versjon av BREEAM – nor gir «poeng» til formålsdelt energimåling og mulighet for energioppfølging av bygget i reell drift.

For å gjennomføre en effektiv energioppfølging, kreves det pålitelige energimålinger med mulighet for detaljmåling på et rimelig antall av byggets hovedenergiposter (oppvarming, tappevann, belysning, romkjøling, etc).

I BREEAM nor kriteria Ene 2 «Delmåling av betydelig energibruk» kreves for yrkesbygg separate tilgjengelige delmålere for energi, finnes for følgende systemer (hvis disse finnes):

- a. Romoppvarming og ventilasjonsvarme
- b. Varmtvann
- c. Luftfukting
- d. Kjøling (romkjøling og ventilasjonskjøling)
- e. Vifter og pumper (hoved)
- f. Belysning
- g. Teknisk utstyr (belysning og teknisk utstyr kan være på samme delmåler hvis det blir målt i hver etasje/avdeling)
- h. Andre større energikrevende enheter, der det er hensiktsmessig.

Delmåling på dette nivå gir mulighet for en effektiv energioppfølging av bygget, men gir også mulighet for å heve kunnskapsnivået i forhold til energibruk i lavenergibygget og passivhus.

Omfang av måling i boligbygg kan trolig reduseres i forhold til yrkesbygg, men det vurderes at det spesielt i boligblokker og småhus med flere leietakere, kan være et potensial i formålsdelt energibruk. Som minimum bør et forbruk kunne deles på hver enkelt leietaker og det bør være en mulighet for separat måling av graddagsavhengig forbruk (energi bruk oppvarming) og graddags uavhengig forbruk (tappevann og elbruk).

Formålsdelt måling av energibruk er enkelt å gjennomføre i nye bygg der kursopplegg for varme, vann og el kan tilrettelegges etter de nødvendige målingene. I eksisterende bygg kreves trolig større investeringer der det er nødvendig å gjennomføre ombygning av eksisterende kursopplegg for varme, tappevann og el.

Potensial for energireduksjon – formålsdelt energimåling og EOS

I barrierer studier for yrkesbygg er det gjort vurdering av potensialet for EOS, og potensialet varierer for ulike bygningskategorier mellom 0 - 25 kWh/m² år, som tilsvarer 3 – 5 % av byggets energibruk /13/

Oppsummering – EOS – formålsdelt energibruk

Det vurderes å kunne oppnå vesentlige energireduksjoner ved sette krav til energieffektiv formålsdelt energibruk, som danner grunnlag for en effektiv energioppfølging, EOS. Omfanget av delmålingene bør vurderes i forhold til bygningskategori, og ut fra hva som er praktisk mulig i eksisterende bygg.

Det vurderes at kravet enklest og mest operasjonelt gis som et krav til etablering av mulighet for formålsdelt energimåling av et antall energiposter.

Krav til formålsdelt energimåling og EOS er per i dag ikke en del av krav i TEK 10, energiltak § 14-3 eller minstekrav § 14.5.

Reduksjon av standby forbruk – «parasitt strøm»

Det er kjent at spesielt yrkesbygg kan ha et stort energibruk utenom driftstid. Energibruken har ulike årsaker, standby forbruk på IKT utstyr, «parasitt strøm» for tekniske komponenter for styring av bygget, belysning mm, utstyr og tekniske systemer der er i drift utover vanlig brukstid mm. Men også i boligbygg vurderes det å være fordelaktig å sette boligen i hvilemodus på natten og i ferier.

Med todelt kurs for el vil det være mulig å koble ut unødvendige strømkretser utenfor brukstid. Prinsippet er planlagt / gjennomført i noen prosjekter, for eksempel Løvåshagen i Bergen /Enova.no/.

Direkte standbyforbruk på utstyr vil trolig også bli regulert av kommende krav i økodesigndirektivet, gjennom krav til blant annet kontorbelysning og eksterne strømforsyninger. Men IKT utstyr er per i dag ikke en del av planlagte komponentkrav i økodesign direktivet.

Potensial for energireduksjon – standby forbruk – «parasitt strøm»

Elforbruket utenom driftstid utgjør mellom 15 – 40 % av effekten i brukstiden, og det vurderes mulig å slå av store deler av denne energibruk.

Oppsummering – standby forbruk – «parasitt strøm»

Det vurderes å kunne oppnås vesentlige energireduksjoner, ved sette krav til todelte el kurser, spesielt yrkesbygg hvor deler av systemet kan settes på «hvilemodus» utenom driftstid.

Krav til standby forbruk – «parasitt strøm» og EOS er per i dag ikke en del av krav i TEK 10, energitiltak § 14-3, minstekrav § 14.5 eller energiforsyning § 14-7.

10.6.4 Fornybar energiforsyning

Fornybar direktivet er innarbeidet i TEK 10, med krav andel fornybar energi i energiforsyningen på minimum 60 % for bygning over 500 m² oppvarmet BRA, og 40 % for bygninger med areal inntil 500 m² oppvarmet BRA.

Kravet dekker byggets samlede termiske behov varmebehov til oppvarmning og varmt tappevann, og skal dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler hos sluttbruker. Det er ikke tillatt å installere oljekjel for fossilt brensel til grunnlast, og i stortingsmelding av 15. mai 2012 er det videre besluttet at oljekjelanlegg skal utfases.

Fornybarkravet gjelder per i dag for nybygg og ikke for rehabilitering. Kravet kan ikke utvides til å gjelde som komponentkrav. Fornybar energi kan vurderes i sammenheng med generelle samlede energi oppgraderinger av bygg. Det har ikke vært mulig innenfor rammene av dette prosjekt å gjennomføre en slik analyse. Mulige løsninger må utredes nærmere, og omfang og behov for støtteordninger må vurderes. For boliger finnes flere løsninger.

- fjernvarme basert på fornybar energibærer
- lokale varmepumper (luft/vann eller væske/vann basert på for eksempel grunnvarme eller sjøvarme)
- solfangere
- biokjel som er pelletsfyrte eller vedfyrte rentbrennende vedovn, pelletsovn, pelletskamin,
- biogass
- varmepumper luft/luft
- helvedfyring og flisfyrte kjel.

Luft til luft varmepumper kan øke andel av fornybar energi i eloppvarmede boliger. Løsningen anvendes allerede og vil trolig være lønnsom i mange tilfeller.

Luft til vann varmepumpe kan dekke grunnlast i bygg med oljekjel. Varmepumpen arbeider med maksimal temperaturer til radiatorer på 45 – 55 °C. Systemer med oljekjel er vanligvis dimensjonert for temperaturer rundt 80 °C. Dette medfører at eksisterende radiatorer ikke har tilstrekkelig kapasitet til å dekke varmebehovet i kalde perioder, og ikke har kapasitet til å

dekke oppvarmning av varmt tappevann fra 50 °C opp til 60/ 70 °C. Systemet kan / må derfor suppleres med el kjel for å dekke toppplastbehovet.

Biomasse kjel kan erstatte oljekjel, og vil som regel kunne kombineres med eksisterende radiatorsystem, men det kreves da ekstra plass til lager for brensel.

Termisk solvarme kan dekke opp til 50 – 60 % tappevannsforbruket og en mindre andel av romoppvarmingsbehovet. Dette krever at varmtvannsbereder er forberedt for tilknytning av solvarme. Alternativt kan man installere en ny tank for forvarming av kaldt tappevann. For boligoppvarming med en andel solenergi kreves et lavtemperatursystem, som for eksempel gulvvarme.

Solceller (relativ kostbar løsning) kan dekke deler av byggets elbruk, men kan gjennomføres gjennom andre incentiver.

I Danmark har salget av solcelleanlegg steget voldsomt i 2012. Mot slutningen av 2011 hadde 3000 danske eneboliger solcelleanlegg, for de første 5 måneder av 2012 er det solgt og installert 4.500 solcelleanlegg, og det er ventet at det mot slutten av 2012 er 25.000 solcelleanlegg i Danmark /www.energinet.dk/, og vedlegg 10.

Incentiv er et system med kombinasjon av fast skattefradrag (~8.000 kr), mulighet for at selge strøm på nett til pris som tilsvarer pris for kjøpt el (per i dag ca. 2 kr/ kWh inkl. avgifter), har dratt tilbakebetalingstiden ned under 10. Flere større byggemarkeder, supermarkeder og energiselskaper har startet salg av solcelleanlegg.

I Norge er de løsningene som tilbys skreddersydd for hyttemarkedet. Det er få, eller ingen boliger tilknyttet det offentlige elnettet som har installert solceller i Norge i dag.

Nettstedet www.oljefri.no gir brukerne oppskriften på hvordan oljefyren kan byttes ut med mer miljøvennlige oppvarmingskilder.

XL-BYG
BYGGECENTER
- så er du godt i gang

SÆT EFTERLØNS-PENGENE I BOLIGEN

KØB ET SOLCELLEANLÆG HOS XL-BYG

6 KW SOLCELLEANLÆG PRIS FRA 99.999,- INKL. MONTAGE

4 KW SOLCELLEANLÆG PRIS FRA 69.999,- INKL. MONTAGE

25 ÅRS YDELSES-GARANTI

SOLENERGI - GI'R GOD ØKONOMI

- Få din strømmåler til at tælle baglæns
- Tjen din investering hjem på kun 8 år*

*Beregnet ud fra et 6 kW solcelleanlæg til kr. 99.999,- med et årligt forbrug på 5000 kWh, over en 30-årig periode.
Priserne inkl. montering gælder for montering på standard huse med tegl eller eternit tag.

Solcelleanlæg	GW	4kW
Antal paneler	24	16
Tag areal m²	40	26,5

En gennemsnitsfamilie på 4 personer der bor i hus bruger i snit 5000 kWh pr. år på husholdningsapparater
kilde: www.danenergy.dk

YDERLIGERE INFORMATION: WWW.XL-BYG.DK/SOLCELLER

Figur 6 Annonse for solcelleanlegg i Danmark

Oppsummering – Andel fornybar energi

Krav til 40 % / 60 % andel av fornybar energi er ikke en del av komponentkravet for bygg.

Det vurderes at systemer for fornybar energi må vurderes i sammenheng med samlede totale rehabiliteringer av bygg

Krav til andel fornybar energi er per i dag en del av krav i TEK 10, energiforsyning § 14-7.

11 PRAKTISK KONSEKVENNS AV ALTERNATIVE STRATEGIER FOR KOMPONENTKRAV

Foregående avsnitt har vist mulige nivåer for ubetingede og betingede komponentkrav. Her skal det kort oppsummeres hvordan komponentkravet gjennomføres i praksis dersom nivåer for komponent krav fra forrige avsnitt anvendes.

1. **Ubetinget komponentkrav til TEK 10 nivå for, der det utføres vesentlig vedlikehold og / eller utskifting på /av en bygningskomponent. Det betyr at:**
 - a. Der en bygningsdel utskiftes må delen oppfylle krav i TEK 10 eller gjeldende TEK.
 - b. Der en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig må den oppfylle krav i TEK 10 eller gjeldende TEK.
2. **Ubetinget komponentkrav til TEK 10 nivå, der en bygningskomponent utskiftes, og ubetinget komponentkrav til minimumsnivå (krever sentral utmelding av minimumsnivå / kvalitet, som i praksis vil ligge lavere enn det som gjelder for TEK10) der det gjøres vesentlig vedlikehold av bygningskomponent. Det betyr at:**
 - a. Der en bygningsdel utskiftes må delen oppfylle krav i TEK 10 eller gjeldende TEK.
 - b. Der en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig må den oppfylle et gitt krav til minimumsstandard. Minimumsstandard skal defineres i TEK som minstekrav til rehabilitering.
3. **Ubetinget komponentkrav til TEK 10 nivå, der en bygningskomponent utskiftes, og betinget komponentkrav der en det gjøres vesentlig vedlikehold av bygningskomponent. Det betyr at:**
 - a. Der en bygningsdel utskiftes må delen oppfylle krav i TEK 10 eller gjeldende TEK.
 - b. Der en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig må den oppfylle en gitt minimumsstandard krav (TEK 10 nivå eller lavere), forutsatt at tiltaket har en minimum lønnsomhet.
4. **Betinget komponentkrav der det gjøres vesentlig vedlikehold og eller utskifting på /av en bygningskomponent. Det betyr at:**
 - a. Der en bygningsdel utskiftes må delen oppfylle den standardkrav i TEK 10 eller gjeldende TEK, forutsatt at tiltaket har en minimum lønnsomhet.
 - b. Der en bygningsdel vedlikeholdes vesentlig må den oppfylle en gitt minimumsstandard krav (TEK 10 nivå eller lavere), forutsatt at tiltaket har en minimum lønnsomhet.

Innledningsvis listes de komponenter som det med utgangspunkt i foregående analyser vurderes realistisk å gjennomføre komponentkrav til. Listen tar med komponenter som per i dag er en del av TEK, men også forslag til supplerende komponenter.

Etterfølgende beskrives opplegg til nivåer for de ulike komponentene, dersom strategi 1 og 3 velges. Det er viktig pekere at dette er eksempler ut fra forutsetninger om lønnsomhet, praktiske muligheter mm. Dersom KRD velger å legge andre forutsetninger til grunn vil dette medføre alternative komponentkrav ut fra hvilke strategier som velges.

Sentrale funn fra analysen som kan være sentrale for valg av strategi og praktisk utforming av komponentkrav skal kort beskrives.

Bygningskomponenter

- Der vegger, tak og dekker mot det fri i utgangspunkt har en relativ god energistandard på nivå med minimumskrav i TEK, er det generelt ikke lønnsom å oppgradere bygningsdelen.
- Der vegger, tak og dekker mot det fri i utgangspunkt har en relativ dårlig energistandard er det generelt lønnsomt å oppgradere bygningsdelen.
- Det kan vurderes å differensiere krav. For eksempel kan det stilles strengere krav til bygg som i utgangspunkt har dårlig energistandard. Krav kan tilknyttes en tilskudsordning.
- Der regulering av komponentkravsordning skal være enklest, bør det utarbeides en veiledning med eksempler på tiltak som generelt vurderes å være lønnsomme. En del av veiledningen må beskrive de vedlikeholdsarbeider som er utløsende for et komponent krav.
- Der vinduer skal utskiftes er det generelt lønnsom å velge bedre energistandard enn gjeldende krav i TEK 10.

Tekniske komponenter.

- Det er generelt et stor potensiale i å stille komponentkrav til tekniske komponenter, spesielt for yrkesbygg
- Det er potensial i å stille krav til komponenter som per i dag ikke er en del av krav til energistandard i TEK 10, for eksempel rørisolasjon, effektfast belysning mm.
- Økodesign direktivet vil trolig kunne supplere komponentkravet til bygg.

Systemkomponenter.

- Det kan stilles krav til effektiv energioppfølging, men komponentkravet må trolig gis som krav til muligheten for måling av og fordeling av byggets energibruk på hovedenergipostene, for eksempel energibruk til oppvarming, tappevann, belysning, viftedrift, kjøling mm.

11.1Komponent krav strategi 1 og 3.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for strategi 1:

- Ubetinget komponentkrav
 - Komponenter som utskiftes skal der det er mulig ha en kvalitet som minimum tilsvarer gjeldende TEK krav etter tiltaksmodell. Kravet gjelder uten hensyn til lønnsomhet.
 - Komponenter som vedlikeholdes skal minimum oppgraderes til nivå svarende til minimumskrav i gjeldende TEK. **Kravet er krevende** at oppfylle generelt og det må trolig suppleres med eksempler på oppgraderinger, og regler for typiske unntak, som kan være verneverdig bygninger, fukttekniske problemer der tiltak skal utføres etc.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for strategi 3:

- Betinget komponentkrav - et tiltak vurderes lønnsomt der det har positiv nåverdi innenfor levetiden, beregnet utfra:
 - Marginal investeringskostnad
 - Energipris på 1,1 kr/ kWh eks. mva. for yrkesbygg og 1,4 kr / kWh inkl. mva. for boliger
 - Levetid svarende til teknisk levetid
- Ubetinget komponentkrav - komponenter som utskiftes skal der det er mulig ha en kvalitet som minimum tilsvarer gjeldende TEK krav etter tiltaksmodell. Kravet gjelder uten hensyn til lønnsomhet.

Bygningskomponenter	BO (Boliger) YR (Yrkesbygg)	TEK		Øko-design-direktiv		Komponentkravet				Handlingsutløsende for utførelse av komponentkrav	Behov for supplerende utredning
		Del av TEK 10 per i dag	Mulig komponentkrav	Del av krav i dag	Del av fremtidig krav	Spesifikt krav	Utskiftning Ubetinget krav til TEK nivå (Eks. Gjeldende TEK 10 nivå, energitiltak)	Vedlikehold Ubetinget krav til TEK nivå (Eks. Gjeldende TEK 10 nivå, minstekrav)	Vedlikehold Betinget krav Sannsynlig realisert nivå med rente 4% og energipris 1,4 kr kWh inkl. MVA)		
Dekker mot det fri/kjeller	BO/YR	X	X			Krav til maksimal U-verdi W/m²k	0,15	0,18	Lønnsomt nivå 0,15 – 0,30	Nytt golv mot kjeller oppvarmet rom	Veileder for lønnsomme tiltak
										Nytt kjellergulv på grunn	
Yttervegger	BO/YR	X	X			Krav til maksimal U-verdi W/m²k	0,18	0,22	Lønnsomt nivå 0,18 – 0,30	Etterisolering av murvegg innvendig/utvendig	Veileder for lønnsomme tiltak
										Utskiftning av komplett stendevegg	
										Utskiftning av kledning	
										Nytt puss på betongmuret vegg	
										Montering av større vindu	
Yttertak	BO/YR	X	X			Krav til maksimal U-verdi W/m²k	0,13	0,18	Lønnsomt nivå 0,15 – 0,25	Rehabilitering av himling mot loftsrom	Veileder for lønnsomme tiltak
										Utskiftning av tak	
										Nytt loftsrom	
Vinduer	BO/YR	X	X			Krav til maksimal U-verdi W/m²k	1,2 (0,8 – 1,0)	1,2 -1,6	Lønnsomt nivå 1,2 -1,6	Nye vinduer, lavenerginivå er generelt lønnsomt. Bytte av glass ved vedlikehold.	
Kuldebro-verdi	BO/YR	X	X			Krav til maksimal lineær kuldebro-verdi m²k	Vinduer 0,3	Ingen	Ingen	Nye vinduer	Veileder for lønnsomme tiltak
Lekkasje / tetthet	BO/YR						Krav til gjennomføring av tetningstiltak	Krav til gjennomføring av tetningstiltak	Krav til gjennomføring av tetningstiltak		Vurderes ikke egnet for spesifikt krav. Krav kan være veiledende-Veiledende

											må utarbeides
Sol-avskjerming	YR	X	X			Krav til avskjerming. Maksimal g-verdi for vindu + avskjerming	Total solfaktor avskjerming + vindu < 0,15	Ingen	Ingen	Nye vinduer, ny fasade	

Tekniske komponenter	BO (Boliger) YR (Yrkesbygg)	TEK		Øko-design-direktiv		Komponentkravet				Handlingsutløsende for utførelse av komponentkrav	Behov for supplerende utredning
		Del av Tek 10 per i dag	Mulig	Del av krav i dag	Del av fremtidig krav	Spesifikt krav	Utskiftning Ubetinget	Vedlike hold ubetinget	Vedlike hold betinget		
Oppgradering ventilasjon aggregat bedre varmegjenvinner og SFP	YR	X	X		X	Krav til min varmegjenvinning % og SFP kW(m³/s)	Varmegjenvinner 80% SFP 2,0 kW(m³/s)	Ingen	Ingen	Nytt ventilasjonsaggregat hvor plass tillater bedre aggregat	
Temperaturregulering og nattelgesenking av temp.	BO / YR	X	X			Krav til temp. regulering på radiatorer, panelovner med mulighet for nattesenking	Temperaturregulering på romnivå. Mulighet for nattelgesenking	Ingen	Ingen	Nye panelovner	
Energieffektiv biopelletskjel	BO / YR		X		X	Krav til systemvirkning sgrad for kjel	Krav til systemvirkning sgrad for kjel	Ingen	Ingen	Utskiftning av eller ny kjel	Krav til min. systemvirkning sgrad
Energieffektiv olje- /gasskjel	BO / YR		X		X	Krav til systemvirkning sgrad for kjel	Krav til systemvirkning sgrad for kjel	Ingen	Ingen	Utskiftning av kjel	Krav til min. systemvirkningsgrad. Det er ikke tillat å installere kjel for fossilt brensel som grunnlast
Energieffektiv varmepumpe	BO / YR		X		X	Krav til systemeffektfaktor	Krav til systemeffektfaktor for varmepumpe	Ingen	Ingen	Utskiftning av eller ny varmepumpe	Krav til systemeffektfaktor for alternative systemer
Rørisolasjon	BO / YR		X			Krav til minimumsisolasjon	Krav til minimumsisolasjon	Ingen	Ingen	Nye varme og varmetappevannskurser	Skal utredes
Spesifikke effektpumper	BO / YR		X	X		Krav til energimerke A på sirkulasjonspumper	Energimerke A	Ingen	Ingen	Utskiftning av pumper	

System komponenter	BO (Boliger) YR (Yrkesbygg)	TEK		Øko-design-direktiv		Komponentkravet				Handlings-utløsende for utførelse av komponentkrav	Behov for supplerende utredning
		Del av Tek 10 per i dag	Mulig komponentkrav	Del av krav i dag	Del av fremtidig krav	Spesifikt krav	Utskiftning Ubetinget	Vedlikhold ubetinget	Vedlikehold betinget		
Energioppfølging - formålsdelt energimåling	BO /YR		X			Krav til formålsdelt energimåling YR og boligblokker	Skal utredes	Ingen	Ingen	Skal utredes	Skal utredes
Belysningsanlegg yrkesbygg	YR		X	X		Krav til maksimal LENI tall kWh/m ² år	15 – 30 kWh/m ² år avhengig av byggtipe	Ingen	Ingen	Nytt belysningssystem	
Reduksjon Standby-forbruk	YR		X			Krav til el-installasjon	Krav til todelt installasjon for reduksjon av Standby-forbruk	Ingen	Ingen	Rehabilitering av samlet el-installasjon. Det bør gjøres supplerende utredning av potensial	Det bør gjøres supplerende utredning av potensial og tekniske muligheter

Tabell 10 Anbefaling / eksempel for samlet strategi 1 og 3 for komponentkrav

12 GJELDENE OG FREMTIDIGE KRAV FRA ØKODESIGNDIREKTIVET - ECODESIGN DIRECTIVE 2009/125/EC

Økodesignforskriften regulerer per i dag 8 produktgrupper samt energibruk i avslått- og hviletilstand (standby) for energibrukende husholdningsapparater:

- Elektriske motorer 0,75-375 kW
- Enkle digitale dekodere
- Eksterne strømforsyninger
- Sirkulasjonspumper
- Kontor- og veibelysning
- Boligbelysning (ikke retningsbestemte lyskilder)
- Kjøle-/fryseapparater til husholdninger
- Avslått- og hviletilstand for energibrukende husholdningsapparater
- TV-apparater

12.11 Gjeldende krav til bygningskomponenter

Gjeldene krav er innlemmet i EØS-avtalen og hjemlet i økodesignforskriften.

Elektriske motorer

De elektriske motorene som dekkes av økodesignforskriften inngår i elektriske motorsystemer. Elektriske motorsystemer omfatter en rekke energiforbrukende produkter, for eksempel motorer, drivverk, pumper og vifter. Motorer som er integrert i andre produkter er også underlagt bestemmelsene i den utstrekning energiytelsen kan testes uavhengig av produktet. Det finnes en rekke unntak fra bestemmelsene. Unntakene vil/skal i prinsippet dekkes av andre/kommende forskrifter.

Det settes minstekrav til nominell virkningsgrad. Reglene skjerpes 1.1.2015, der det stilles krav til turtallsregulator, og deretter 1.1.2017.

Sirkulasjonspumper

Sirkulasjonspumper (uten pakkboks) som dekkes av økodesignforskriften inngår i elektriske motorsystemer og varmeanlegg og brukes typisk i bygninger. Forskriften omfatter ikke sirkulasjonspumper for drikkevann. Krav til energieffektivitet slår inn første gang 1.1.2013, deretter skjerpes kravene 1.8.2015. Noen leverandører tilbyr allerede sirkulasjonspumper som tilfredsstiller økodesignkravene som innføres fra 2015.

12.1.1 Belysning

Økodesignforskriften omfatter belysningsprodukter for boliger og belysningsprodukter som vanligvis brukes i tjenestesektoren (kontor- og gatebelysning). Belysningsprodukter som nevnes er: Glødelamper, kompaktlysrør, utladningslamper og LED-lamper for boligbelysning (ny forordning for LED lamper kommer muligens innen et år), lyssrør og høyintensive utladningslamper, samt strømbegrensere og lysarmaturer som kan drive slike lamper for tjenestesektoren. Kravene skjerpes gradvis fram mot 2016.

12.2II a Kommende krav til bygningskomponenter som har trådt i kraft i EU

Disse forordninger er trådt i kraft i EU, og som innen kort tid forventes innlemmet i EØS-avtalen.

12.2.1 Vifter drevet av elektriske motorer

Forskriften om krav til miljøvennlig utforming av vifter drevet av elektromotorer med inngangseffekt mellom 125 W og 500 kW trådte i kraft 26. april 2011 i EU. Viftene i denne forskriften er aksial-, sentrifugal-, tverrstrøms, og blandingsstrømsvifter som finnes i luftbehandlings - og gasshåndteringsutstyr. Kravene til miljøvennlig utforming er minstekrav til energieffektivitet for forskjellige viftetyper og effektområder. Første krav 1.1.2013, innstramning 1.1.2015.

12.2.2 Trådte i kraft 26. mars 2012 i EU. Ventilasjonsanlegg

Forskriften omfatter ventilasjonsanlegg med nominell kapasitet mindre eller lik 12 kW for kjøling - eller oppvarming, dersom apparatet ikke har noen kjølefunksjon, samt komfortvifter med elektrisk inngangseffekt mindre eller lik 125 W. Vifter som drives av større elektromotorer, små husholdningsventilasjonssystemer og kjøkkenvifter omfattes av andre kommende forskrifter.

Innført i tre steg settes det krav til energieffektivitet, effektforbruk i avslått- og hviletilstand og lydeffekt.

12.3II b Kommende krav til bygningskomponenter som forventes å trå i kraft innen kort tid

Det er forventet at disse kravene vil tre i kraft i EU om ca. ett år. Det vil ta noe lengre tid før de også blir gjort gjeldende i EØS-avtalen.

12.3.1 Retningsbestemt belysning, inkl. LED

Retningsbestemte lyskilder omfatter reflektorlamper og LED-lyskilder. Det stilles krav til energieffektivitet som bygger på produktets lysstrøm (lumen). Det stilles særlige krav til energieffektivitet for LED-rør som skal erstatte lysstoffrør. Krav til energieffektivitet innføres i tre trinn. Kravene forventes vedtatt i 2012. Trinn 1 innføres etter ett år (forventet 2013), trinn 2 innføres etter to år (forventet 2014), og trinn 3 innføres etter fire år (forventet 2016).

12.3.2 Husholdningsvifter

Viftene i dette forslaget omfatter tak-, vindus- og veggvifter med inngangseffekt mindre enn 125 W samt varmegjenvinningsventilasjonssystemer og kjøkkenvifter opp til 280 W. Innført i to steg på henholdsvis 2 og 5 år, settes det krav til temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinningsystemene, spesifikk inngangseffekt for avtrekksvifter, varmegjenvinningsystem for alle balanserte ventilasjonsanlegg, energieffektivitet og lydeffekt.

12.3.3 Kjeler og kombikjeler

Produktene (med kapasitet under 400 kW utgangseffekt) som omfattes av forordningen er oljefyrte kjeler, gassfyrte kjeler, elektriske kjeler mikro-/minikraftvarme (< 50 kW elektrisk effekt), gassabsorpsjonsvarmepumper (vanligvis luft-vann), elektriske varmepumper – luft-vann og elektriske varmepumper – væske-vann (f.eks. jordvarmeanlegg)

Det settes minstekrav til produktenes energieffektivitet basert på årsvirkningsgraden. Det er bare snakk om årsvirkningsgraden for romvarme, og ikke for varmt tappevann. Det stilles strengere krav til kjeler med kapasitet mellom 70 og 400 kW.

12.3.4 Varmtvannsberedere

Forslaget til forskriften omfatter varmtvannsberedere som kan fyres med én av følgende energikilder: elektrisitet, solvarme, omgivelsesvarme (varmepumper), fossile energikilder i flytende form og/eller i gassform. Økodesignkravene omfatter bl.a. minimumskrav for energieffektivitet.

12.3.5 Pumper

Forskriften omfatter krav for vannpumper til rent vann, også når de er integrert i andre produkter.

12.4III Framtidige krav til bygningskomponenter

Framtidige krav fastsettes i forskrifter som det vil ta noe tid før EU har utarbeidet forslag til. Delvis gjelder dette produktgrupper under den første arbeidsplanen (2009-2012), men også nye produkter som kommer på den neste arbeidsplanen (2012-2014). Forventet tid til forskriften blir gjort gjeldende i EU er 1-2 år for de fire første, 2 -5 år for de tre siste produktgruppene.

12.5 Arbeidsplan I

Produktgrupper det arbeides med er:

- Fastbrenselkjeler
- Lokale romoppvarmingsprodukter
- Sentralvarmeprodukter som bruker varm luft til å distribuere varmen
- Klima- og ventilasjonssystemer
- Pumper for avløpsvann (forstudie ikke startet ennå)
- Store pumper (forstudie ikke startet ennå)
- Motorsystemer (forstudie ikke startet ennå)

12.6 Arbeidsplan II

Arbeidsplan II er ikke gjort gjeldende ennå og må sees på som et forslag. Det er forventet å ta minst fem år før disse kravene blir gjort gjeldende.

12.7 Innføring av nasjonale krav som er strengere enn kravene i økodesigndirektivet

En av hensiktene i økodesigndirektivet er å harmonisere kravene til energirelaterte produkter, bl.a. for å unngå handelshindringer og konkurransevridning i EU (fortalens punkt 2, Artikkel 1 (1)).

I **Artikkel 6** avsnitt 1 og 2 i Økodesigndirektiv 2009/125 om fri bevegelighet heter det:

1. Medlemsstatene skal ikke på grunnlag av krav til miljøvennlig utforming, når det gjelder parameterne for miljøvennlig utforming nevnt i vedlegg I del 1 og som omfattes av det gjeldende gjennomføringstiltaket, forby, begrense eller hindre omsetning og/eller i bruktaking på sitt territorium av et produkt som er i samsvar med alle relevante bestemmelser i det gjeldende gjennomførings-tiltaket, og er CE-merket i samsvar med artikkel 5.
2. Medlemsstatene skal ikke forby, begrense eller hindre omsetning og/eller i bruktaking på sitt territorium av et produkt som er CE-merket i samsvar med artikkel 5, på grunnlag av krav til miljøvennlig utforming når det gjelder parameterne for miljøvennlig utforming, som nevnt i vedlegg I del 1, der det i det gjeldende gjennomføringstiltaket er fastsatt at det ikke er nødvendig med krav til miljøvennlig utforming.

Artikkel 6 må altså tolkes slik at Økodesigndirektiveter et direktiv som skal harmonisere markedet. Dette innebærer at det ikke kan stille strengere nasjonale krav til de områder som reguleres av økodesigndirektivet, enn det som stilles i selve direktivet.

12.8 Energisparepotensialet i EU i 2030 for energirelaterte produktgrupper

Resultat fra studien “Amended Working Plan under the Ecodesign Directive (Dec. 2011)”

Hensikten med studiet er å gi kommisjonen bakgrunnsinformasjon til utarbeidelse av en forbedret arbeidsplan for perioden 2012-2014. Det er identifisert energisparepotensial for ulike energirelaterte produktgrupper.

Study for the Amended Ecodesign Working Plan

Final Report Task 4 (version 16 December 2011)

Table 1 Saving potential and final ranking (executive summary)

Product group	Saving potential (€ /year, 2030)	Energy ranking	Final ranking
Taps and showerheads	885	2	1
Window products for buildings	785	3	2
Positive displacement pumps	270	6	3
Fractional HP motors	258	7	4
Power cables	182	8	5
Servers and data storage equipment	135	11	6
Steam boilers / systems	177	9	7
Heating controls	319	5	8
Lighting controls	610	4	9
Elevators, escalators etc.	57	12	10
Medical equipment	44	14	11
Blowers	43	15	12
Electric kettles	37	17	13
Small fans <125 W	21	21	14
High temperature fans	17	22	15
Point-of-sale / ATM equipment	16	23	16
Clothes ironing products	11	25	17
Non-domestic hot beverage equipment	7	27	18
Traffic lighting	7	28	19
Toilets	5	29	20
Thermal insulation products for buildings	1500	1	21
Detergents	155	10	22
Logistic systems	50	13	23
Base station subsystems	30	19	24
Mobile phones	13	24	25
Home audio/video equipment	4	32	26
Stationary agricultural equipment	39	16	27
Mobile agricultural machinery	33	18	28
Mobile construction machinery	22	20	29
Mobile power generation sets	8	26	30
Lawn and riding mowers	5	30	31
Handheld power tools	5	31	32
Stationary construction equipment	2	33	33
Kitchen appliances	2	34	34
Hot tubs / Spa's	1	35	35
Sauna's	0	36	36

Tabell 10 Energisparepotensial for ulike tekniske systemer

Som det framgår av tabellen er sparepotensialet i 2030 for alle 35 produktgrupper beregnet til 5755 PJ/år (1599 TWh). Tabellen under viser sparepotensialet for 13 produktgrupper som kan betraktes relevante i forbindelse med mulige komponentkrav for bygg. Til sammen er energisparepotensialet for de 13 relevante produktgrupper beregnet til 5106 PJ/år, dvs. 89 % av det totale energisparepotensialet i 2030.

Product group	Saving potential (PJ/year, 2030)	Energy ranking	Relevant
Thermal insulation products for buildings	1500	1	x
Taps and showerheads	885	2	x
Window products for buildings	785	3	x
Lighting controls	610	4	x
Heating controls	319	5	x
Positive displacement pumps	270	6	x
Fractional HP motors (< 750W)	258	7	x
Power cables	182	8	x
Steam boilers / systems	177	9	x
Elevators, escalators etc.	57	12	x
Electric kettles	37	17	x
Small fans <125 W	21	21	x
Toilets	5	29	x

Tabell 12 *Relevante produktgrupper*

13 MARGINAL NÅVERDI FOR ENERGILTAK

Den marginale kostnad for ulike byggetekniske tiltak er beregnet som supplerende til tidligere nåverdiberegninger.

Beregning gjøres ved å forbedre U-verdi på bygningsdelen i små trinn. Resultatet kan tolkes som den «marginale» nåverdi for nettopp å øke energistandarden på komponenten, og viser det punkt hvor det med de gitte forutsetninger ikke lenger er lønnsomt å øke isolasjonstykkelsen på bygningsdelen.

Isolasjonstykkelsen økes i trinn på 25 mm for isolasjon, og i trinn på 0,2 W/m² K for vinduer.

Øvrige forutsetninger er:

- Investeringskostnad
 - Maksimal verdi tilsvarer vektet investeringskostnad for 50, 100 og 150 mm isolasjon, omregnet til snitt investeringskostnad pr 100 mm/isolasjon
 - Minimal investeringskostnad er antatt til pris for blåseisolasjon.
 - Varmekonduktans for isolasjon 0,037 W/mK
- Energipris
 - 1,4 kr/ kWh for boliger (inkl. mva.)
 - 1,1 kr kWh for yrkesbygg (eks. mva.)
- Kalkulasjonsrente 4 %
- Levetid tilvarende teknisk levetid
- Øvrige bygningsdeler på «originalt nivå» alternativt på TEK 10 nivå, se hver enkel beregning.

Marginal oppgradering defineres som det marginale tiltak som akkurat er lønnsomt, vises over blå strek.

Eksempel:

Figur 1. yrkesbygg, type 30 Bygg.

Maksimal investeringskostnad:	Isolasjon til 175 mm., U-verdi 0,23 er akkurat lønnsomt
Minimal investeringskostnad:	Isolasjon til 225 mm., U-verdi 0,19 er akkurat lønnsomt.

Energistandard TEK 10 - Varsjon på U verdi yttervegg										
Marginalkostnad vurdering										
Forudsætninger										
Investeringskostnad										
Yttervegg pris maks, utføring 100 mm (vedlegg 4)	229			kr/ 100 mm ekstra isolasjon						
Yttervegg minimum, elementpris	168			kr/ 100 mm ekstra isolasjon						
Faktor komponent areal / BRA areal	0,29			-						
U-verdier, stender vegg kryselekt (Bygforsk blad 471.012). Varmekonduktans 0,037 W/mK										
U-verdi original	1			W/m2 K	30 Bygg					
Energistandard øvrige bygningsdeler	TEK 10									
Energipris	1,1			Kr/kWh						
Kalkulasjonsrente	4			%						
Levetid teknisk	30			år						
Nåverdi faktor	17,29			-						
Maksimal pris yttervegg										
		U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasje	
			kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm	
Original		1	0	175,8						
Isolasjon samlet	100 mm	0,38	229	156,1	19,7	21,67	66,35	308,37	100	
Isolasjon samlet	125 mm	0,32	57	154,8	1,3	1,43	16,59	8,14	25	
Isolasjon samlet	150 mm	0,27	57	153,7	1,1	1,21	16,59	4,34	25	
Isolasjon samlet	175 mm	0,23	57	152,8	0,9	0,99	16,59	0,53	25	
Isolasjon samlet	200 mm	0,21	57	152,4	0,4	0,44	16,59	-8,98	25	
Isolasjon samlet	225 mm	0,19	57	151,9	0,5	0,55	16,59	-7,08	25	
Isolasjon samlet	250 mm	0,17	57	151,5	0,4	0,44	16,59	-8,98	25	
Isolasjon samlet	275 mm	0,155	57	151,2	0,3	0,33	16,59	-10,88	25	
Isolasjon samlet	300 mm	0,14	57	150,9	0,3	0,33	16,59	-10,88	25	
Minimums pris yttervegg										
		U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasje	
			kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm	
Original		1	0	175,8						
Isolasjon samlet	100 mm	0,38	168	156,1	19,7	21,7	48,72	326,00	100	
Isolasjon samlet	125 mm	0,32	42	154,8	1,3	1,4	12,18	12,55	25	
Isolasjon samlet	150 mm	0,27	42	153,7	1,1	1,2	12,18	8,74	25	
Isolasjon samlet	175 mm	0,23	42	152,8	0,9	1,0	12,18	4,94	25	
Isolasjon samlet	200 mm	0,21	42	152,4	0,4	0,44	12,18	-4,57	25	
Isolasjon samlet	225 mm	0,19	42	151,9	0,5	0,6	12,18	-2,67	25	
Isolasjon samlet	250 mm	0,17	42	151,5	0,4	0,4	12,18	-4,57	25	
Isolasjon samlet	275 mm	0,155	42	151,2	0,3	0,3	12,18	-6,47	25	
Isolasjon samlet	300 mm	0,14	42	150,9	0,3	0,3	12,18	-6,47	25	

Figur 13 Marginal kostnad isolasjon yttervegg yrkesbygg

Energistandard original - Variasjon på U verdi yttervegg										
Marginalkostnad vurdering										
Forudsætninger										
Investeringskostnad										
Yttervegg pris maks, utføring 100 mm (vedlegg 4)	229			kr/ 100 mm ekstra isolasjon						
Yttervegg minimum, elementpris	168			kr/ 100 mm ekstra isolasjon						
Faktor komponent areal / BRA areal	0,29			-						
U-verdier, stender vegg kryselekt (Bygforsk blad 471.012). Varmekonduktans 0,037 W/mK										
U-verdi original	1			W/m2 K	30 Bygg					
Energistandard øvrige bygningsdeler	30 bygg									
Energipris	1,1			Kr/kWh						
Kalkulasjonsrente	4			%						
Levetid teknisk	30			år						
Nåverdi faktor	17,29			-						
Maksimal pris yttervegg										
		U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasje	
			kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm	
Original		1	0	290,1						
Isolasjon samlet	100 mm	0,38	229	264	26,1	28,71	66,35	430,10	100	
Isolasjon samlet	125 mm	0,32	57	261,9	2,1	2,31	16,59	23,36	25	
Isolasjon samlet	150 mm	0,27	57	260,1	1,8	1,98	16,59	17,65	25	
Isolasjon samlet	175 mm	0,23	57	258,7	1,4	1,54	16,59	10,04	25	
Isolasjon samlet	200 mm	0,21	57	258	0,7	0,77	16,59	-3,27	25	
Isolasjon samlet	225 mm	0,19	57	257,3	0,7	0,77	16,59	-3,27	25	
Isolasjon samlet	250 mm	0,17	57	256,6	0,7	0,77	16,59	-3,27	25	
Isolasjon samlet	275 mm	0,155	57	256,1	0,5	0,55	16,59	-7,08	25	
Isolasjon samlet	300 mm	0,14	57	255,6	0,5	0,55	16,59	-7,08	25	
Minimums pris yttervegg										
		U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasje	
			kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm	
Original		1	0	290,1						
Isolasjon samlet	100 mm	0,38	168	264	26,1	28,7	48,72	447,73	100	
Isolasjon samlet	125 mm	0,32	42	261,9	2,1	2,3	12,18	27,76	25	
Isolasjon samlet	150 mm	0,27	42	260,1	1,8	2,0	12,18	22,06	25	
Isolasjon samlet	175 mm	0,23	42	258,7	1,4	1,5	12,18	14,45	25	
Isolasjon samlet	200 mm	0,21	42	258	0,7	0,8	12,18	1,13	25	
Isolasjon samlet	225 mm	0,19	42	257,3	0,7	0,8	12,18	1,13	25	
Isolasjon samlet	250 mm	0,17	42	256,6	0,7	0,8	12,18	1,13	25	
Isolasjon samlet	275 mm	0,155	42	256,1	0,5	0,6	12,18	-2,67	25	
Isolasjon samlet	300 mm	0,14	42	255,6	0,5	0,6	12,18	-2,67	25	

Figur 14 Marginal kostnad isolasjon yttervegg yrkesbygg

Energistandard original - Variasjon på U verdi tak									
Marginalkostnad vurdering									
Forudsætninger									
Investeringskostnad									
Tak ekstra isolasjon på kaldt loft med takstoler	116		kr/ 100 mm ekstra isolasjon						
Blåseisolasjon på kaldt loft med takstoler	90		kr/ 100 mm ekstra isolasjon						
Faktor komponent areal / BRA areal	0,33		-						
U-verdier kaldt loft med takstoler (Bygforsk blad 471.013). Varmekonduktans 0,037 W/mK									
U-verdi original	1		W/m2 K	30 Bygg					
Energistandard øvrige bygningsdeler	30 bygg								
Energipris	1,1		Kr/kWh						
Kalkulasjonsrente	4		%						
Levetid teknisk	30		år						
Nåverdi faktor	17,29		-						
"Maksimal" pris tak									
	U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjo	
		kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm	
Original	1	0	290,1						
Isolasjon samlet 100 mm	0,38	116	260,1	30	33,00	38,28	532,36	100	
Isolasjon samlet 125 mm	0,32	29	257,6	2,5	2,75	9,57	37,98	25	
Isolasjon samlet 150 mm	0,27	29	255,5	2,1	2,31	9,57	30,37	25	
Isolasjon samlet 175 mm	0,23	29	253,9	1,6	1,76	9,57	20,86	25	
Isolasjon samlet 200 mm	0,2	29	252,8	1,1	1,21	9,57	11,35	25	
Isolasjon samlet 225 mm	0,18	29	252	0,8	0,88	9,57	5,65	25	
Isolasjon samlet 250 mm	0,16	29	251,2	0,8	0,88	9,57	5,65	25	
Isolasjon samlet 275 mm	0,14	29	250,4	0,8	0,88	9,57	5,65	25	
Isolasjon samlet 300 mm	0,13	29	250,1	0,3	0,33	9,57	-3,86	25	
Isolasjon samlet 325 mm	0,12	29	249,7	0,4	0,44	9,57	-1,96	25	
Isolasjon samlet 350 mm	0,12	29	249,7	0	0,00	9,57	-9,57	25	
Isolasjon samlet 375 mm	0,11	29	249,3	0,4	0,44	9,57	-1,96	25	
Isolasjon samlet 400 mm	0,1	29	248,9	0,4	0,44	9,57	-1,96	25	
Minimums pris tak									
	U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjo	
		kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm	
Original	1	0	290,1						
Isolasjon samlet 100 mm	0,38	90	260,1	30	33,0	29,70	540,94	100	
Isolasjon samlet 125 mm	0,32	23	257,6	2,5	2,8	7,43	40,13	25	
Isolasjon samlet 150 mm	0,27	23	255,5	2,1	2,3	7,43	32,52	25	
Isolasjon samlet 225 mm	0,18	23	252	0,8	0,9	7,43	7,79	25	
Isolasjon samlet 250 mm	0,16	23	251,2	0,8	0,9	7,43	7,79	25	
Isolasjon samlet 275 mm	0,14	23	250,4	0,8	0,9	7,43	7,79	25	
Isolasjon samlet 300 mm	0,13	23	250,1	0,3	0,3	7,43	-1,72	25	
Isolasjon samlet 325 mm	0,12	23	249,7	0,4	0,4	7,43	0,18	25	
Isolasjon samlet 350 mm	0,12	23	249,7	0	0,0	7,43	-7,43	25	
Isolasjon samlet 375 mm	0,11	23	249,3	0,4	0,4	7,43	0,18	25	
Isolasjon samlet 400 mm	0,1	23	248,9	0,4	0,4	7,43	0,18	25	

Figur 15 Marginal kostnad isolasjon tak yrkesbygg

Energistandard original - Variasjon på U verdi vindu									
Marginalkostnad vurdering									
Forudsætninger									
Investeringskostnad									
TEK 10 minimumskrav	0		kr/ m2 vindu						
TEK 10 tiltaksmodel	85		kr/ m2 vindu						
Lavenerginivå	210		kr/ m2 vindu						
Passivhus nivå	585		kr/ m2 vindu						
Faktor komponent areal / BRA areal	0,2		-						
U-verdi original	2,8		W/m2 K	< 1956 bygg					
Energistandard øvrige bygningsdeler	< 1956		-						
Energipris	1,1		Kr/kWh						
Kalkulasjonsrente	4		%						
Levetid teknisk	30		år						
Nåverdi faktor	17,29		-						
Maksimal pris yttervegg									
	U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjo	
		kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm	
Original	2,8	0	290,1						
TEK 10 minimumskrav	1,6	0	256,6	33,5	36,85	0,00	637,21	100	
TEK 10 tiltaksmodel	1,2	0	251,8	4,8	5,28	17,00	74,30	0	
Lavenerginivå	1	0	247,1	4,7	5,17	42,00	47,40	0	
Passivhus nivå	0,8	0	242,4	4,7	5,17	117,00	-27,60	0	

Figur 16 Marginal kostnad vindu yrkesbygg

Energistandard original - Variasjon på U verdi yttervegg									
Marginalkostnad vurdering									
Forudsætninger									
Investeringskostnad									
Yttervegg pris maks, utføring 100 mm (vedlegg 4)	338		kr/ 100 mm ekstra isolasjon						
Yttervegg minimum, elementpris	210		kr/ 100 mm ekstra isolasjon			Kun relevans for boligblokker			
Faktor komponent areal / BRA areal	1,02		-						
U-verdier, stender vegg krysløst (Bygforsk blad 471.012). Varmekonduktans 0,037 W/mK									
U-verdi original	0,96		W/m ² K			< 1956 bygg			
Energistandard øvrige bygningsdeler	< 1956		-						
Energipris	1,4		Kr/kWh						
Kalkulasjonsrente	4		%						
Levetid teknisk	30		år						
Nåverdi faktor	17,29		-						
Maksimal pris yttervegg									
	U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjon	
		kr/m ² vegg	kWh/m ² år	kWh/m ² år	kr/m ² BRA år	kr/m ² BRA	kr	mm	
Original	0,96	0	298,2						
Isolasjon samlet 100 mm	0,38	338	225,3	72,9	102,06	344,76	1420,06	100	
Isolasjon samlet 125 mm	0,32	85	218,3	7	9,80	86,19	83,27	25	
Isolasjon samlet 150 mm	0,27	85	212,6	5,7	7,98	86,19	51,80	25	
Isolasjon samlet 175 mm	0,23	85	208,1	4,5	6,30	86,19	22,75	25	
Isolasjon samlet 200 mm	0,21	85	205,9	2,2	3,08	86,19	-32,93	25	
Isolasjon samlet 225 mm	0,19	85	203,7	2,2	3,08	86,19	-32,93	25	
Isolasjon samlet 250 mm	0,17	85	201,4	2,3	3,22	86,19	-30,51	25	
Isolasjon samlet 275 mm	0,155	85	199,8	1,6	2,24	86,19	-47,46	25	
Isolasjon samlet 300 mm	0,14	85	198,1	1,7	2,38	86,19	-45,03	25	
Minimums pris yttervegg									
	U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjon	
		kr/m ² vegg	kWh/m ² år	kWh/m ² år	kr/m ² BRA år	kr/m ² BRA	kr	mm	
Original	0,96	0	298,2						
Isolasjon samlet 100 mm	0,38	210	225,3	72,9	102,1	214,20	1550,62	100	
Isolasjon samlet 125 mm	0,32	53	218,3	7	9,8	53,55	115,91	25	
Isolasjon samlet 150 mm	0,27	53	212,6	5,7	8,0	53,55	84,44	25	
Isolasjon samlet 225 mm	0,19	53	203,7	2,2	3,1	53,55	-0,29	25	
Isolasjon samlet 250 mm	0,17	53	201,4	2,3	3,2	53,55	2,13	25	
Isolasjon samlet 275 mm	0,155	53	199,8	1,6	2,2	53,55	-14,82	25	
Isolasjon samlet 300 mm	0,14	53	198,1	1,7	2,4	53,55	-12,39	25	

Figur 17 Marginal kostnad isolasjon yttervegg bolig < 1956

Energistandard original - Varsjon på U verdi yttervegg									
Marginalkostnad vurdering									
Forudsætninger									
Investeringskostnad									
Yttervegg pris maks, utføring 100 mm (vedlegg 4)	338		kr/ 100 mm ekstra isolasjon						
Yttervegg minimum, elementpris	210		kr/ 100 mm ekstra isolasjon			Kun relevans for boligblokker			
Faktor komponent areal / BRA areal	0,81		-						
U-verdier, stender vegg krysløst (Bygforsk blad 471.012). Varmekonduktans 0,037 W/mK									
U-verdi original	0,28		W/m ² K			1991 - 2000 bygg			
Energistandard øvrige bygningsdeler	1991 - 2000		-						
Energipris	1,4		Kr/kWh						
Kalkulasjonsrente	4		%						
Levetid teknisk	30		år						
Nåverdi faktor	17,29		-						
Maksimal pris yttervegg									
	U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjon	
		kr/m ² vegg	kWh/m ² år	kWh/m ² år	kr/m ² BRA år	kr/m ² BRA	kr	mm	
Original	0,28	0	140						
Isolasjon samlet 150 mm	0,23	85	135,3	4,7	6,58	68,45	45,34	25	
Isolasjon samlet 200 mm	0,21	85	133,4	1,9	2,66	68,45	-22,45	25	
Isolasjon samlet 225 mm	0,19	85	131,6	1,8	2,52	68,45	-24,87	25	
Isolasjon samlet 250 mm	0,17	85	129,8	1,8	2,52	68,45	-24,87	25	
Isolasjon samlet 275 mm	0,155	85	128,4	1,4	1,96	68,45	-34,55	25	
Isolasjon samlet 300 mm	0,14	85	127,1	1,3	1,82	68,45	-36,97	25	
Minimums pris yttervegg									
	U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjon	
		kr/m ² vegg	kWh/m ² år	kWh/m ² år	kr/m ² BRA år	kr/m ² BRA	kr	mm	
Original	0,28	0	140						
Isolasjon samlet 150 mm	0,23	53	135,3	4,7	6,58	42,53	71,26	25	
Isolasjon samlet 200 mm	0,21	53	133,4	1,9	2,7	42,53	3,47	25	
Isolasjon samlet 225 mm	0,19	53	131,6	1,8	2,5	42,53	1,05	25	
Isolasjon samlet 250 mm	0,17	53	129,8	1,8	2,5	42,53	1,05	25	
Isolasjon samlet 275 mm	0,155	53	128,4	1,4	2,0	42,53	-8,63	25	
Isolasjon samlet 300 mm	0,14	53	127,1	1,3	1,8	42,53	-11,05	25	

Figur 18 Marginal kostnad isolasjon yttervegg bolig 1991 - 2000

Energistandard original - Variasjon på U verdi tak									
Marginalkostnad vurdering									
Forudsætninger									
Investeringskostnad									
Tak ekstra isolasjon på kaldt loft med takstoler	172			kr/ 100 mm ekstra isolasjon					
Blåseisolasjon på kaldt loft med takstoler	113			kr/ 100 mm ekstra isolasjon					
Faktor komponent areal / BRA areal	0,5			-					
U-verdier kaldt loft med takstoler (Bygforsk blad 471.013). Varmekonduktans 0,037 W/mK									
U-verdi original	0,81			W/m2 K		< 1956 bygg			
Energistandard øvrige bygningsdeler	< 1956			-					
Energipris	1,4			Kr/kWh					
Kalkulasjonsrente	4			%					
Levetid teknisk	30			år					
Nåverdi faktor	17,29			-					
Maksimal pris yttervegg		U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjon
			kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm
Original		0,81	0	298,2					
Isolasjon samlet	100 mm	0,38	172	273,9	24,3	34,02	86,00	502,27	100
Isolasjon samlet	125 mm	0,32	43	270,8	3,1	4,34	21,50	53,55	25
Isolasjon samlet	150 mm	0,27	43	268,3	2,5	3,50	21,50	39,02	25
Isolasjon samlet	175 mm	0,23	43	266,3	2	2,80	21,50	26,92	25
Isolasjon samlet	200 mm	0,21	43	265,3	1	1,4	21,50	2,71	25
Isolasjon samlet	225 mm	0,19	43	264,4	0,9	1,26	21,50	0,29	25
Isolasjon samlet	250 mm	0,17	43	263,4	1	1,40	21,50	2,71	25
Isolasjon samlet	275 mm	0,155	43	262,7	0,7	0,98	21,50	-4,55	25
Isolasjon samlet	300 mm	0,14	43	262	0,7	0,98	21,50	-4,55	25
Isolasjon samlet	325 mm	0,12	43	261	1	1,40	21,50	2,71	25
Isolasjon samlet	350 mm	0,12	43	261	0	0,00	21,50	-21,50	25
Isolasjon samlet	375 mm	0,11	43	260,6	0,4	0,56	21,50	-11,82	25
Isolasjon samlet	400 mm	0,1	43	260,1	0,5	0,70	21,50	-9,40	25
Minimums pris yttervegg		U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasjon
			kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm
Original		0,81	0	298,2					
Isolasjon samlet	100 mm	0,38	113	273,9	24,3	34,0	56,50	531,77	100
Isolasjon samlet	125 mm	0,32	28	270,8	3,1	4,3	14,13	60,92	25
Isolasjon samlet	150 mm	0,27	28	268,3	2,5	3,5	14,13	46,40	25
Isolasjon samlet	175 mm	0,23	28	266,3	2	2,8	14,13	34,29	25
Isolasjon samlet	200 mm	0,21	28	265,3	1	1,4	14,13	10,08	25
Isolasjon samlet	225 mm	0,19	28	264,4	0,9	1,3	14,13	7,66	25
Isolasjon samlet	250 mm	0,17	28	263,4	1	1,4	14,13	10,08	25
Isolasjon samlet	275 mm	0,155	28	262,7	0,7	1,0	14,13	2,82	25
Isolasjon samlet	300 mm	0,14	28	262	0,7	1,0	14,13	2,82	25
Isolasjon samlet	325 mm	0,12	28	261	1	1,4	14,13	10,08	25
Isolasjon samlet	350 mm	0,12	28	261	0	0,0	14,13	-14,13	25
Isolasjon samlet	375 mm	0,11	28	260,6	0,4	0,6	14,13	-4,44	25
Isolasjon samlet	400 mm	0,1	28	260,1	0,5	0,7	14,13	-2,02	25

Figur 19 Marginal kostnad isolasjon tak bolig < 1956

Energistandard original - Variasjon på U verdi vindu										
Marginalkostnad vurdering										
Forudsætninger										
Investeringskostnad										
TEK 10 minimumskrav	0			kr/ m2 vindu						
TEK 10 tiltaksmodel	100			kr/ m2 vindu						
Lavenerginivå	250			kr/ m2 vindu						
Passivhus nivå	700			kr/ m2 vindu						
Faktor komponent areal / BRA areal	0,2			-						
U-verdi original	2,6			W/m2 K		< 1956 bygg				
Energistandard øvrige bygningsdeler	< 1956			-						
Energipris	1,4			Kr/kWh						
Kalkulasjonsrente	4			%						
Levetid teknisk	30			år						
Nåverdi faktor	17,29			-						
Maksimal pris yttervegg										
	U-verdi	Inv.	Energibruk	Besparelse	Besparelse	Investering	Nåverdi	Tilleggsisolasje		
		kr/m2 vegg	kWh/m2 år	kWh/m2 år	kr/m2 BRA år	kr/m2 BRA	kr	mm		
Original	2,6	0	298,2							
TEK 10 minimumskrav	1,4	0	272,7	25,5	35,70	0,00	617,33	100		
TEK 10 tiltaksmodel	1,2	0	262,7	10	14,00	20,00	222,09	0		
Lavenerginivå	1	0	257,6	5,1	7,14	50,00	73,47	0		
Passivhus nivå	0,8	0	252,6	5	7,00	140,00	-18,96	0		

Figur 20 Marginal kostnad vindu bolig < 1956

14 REFERANSER

Der refereres til kilder etter forfatter, årstall og tittel.

1. Trond Ivar Bøhn et. Al. (2006), Bygningsenergidirektivet, Energiattestens tiltaksliste, Veiledning for boligrådgivere. Enova , Multiconsult.
2. Trond Ivar Bøhn et. Al. (2006), Bygningsenergidirektivet, Energiattestens tiltaksliste, Veiledning for næringsbyggrådgivere. Enova , Multiconsult.
3. Thyholt et. Al. (2009), Energy Analysis of the Norwegian Dwelling Stock, IEA prosjekt «Advanced Housing Renovation by solar conservation».
4. Thyholt et al (2009) IEA prosjekt «Advanced Housing Renovation by solar conservation».
5. Regjeringen Danmark (2009), Strategi for reduktion af energiforbruget I bygninger.
6. Regjeringen, Danmark, (2010), Bygningsreglementet, BR10, www.ebst.dk/bygningsreglementet.dk/br10
7. Peter Blom et. Al., (1999), Energieffektivitet i bygninger, Trender i energibruk og byggeteknikk
8. Enova, (2004), Manual for ENØK nøgletal
9. Inger Andresen et. Al., (2010), Miljøvennlig varmeforsyning til lavenergi- og passiv hus, Prosjektrapport 59, Sintef Byggforsk..
10. Standard Norge, NS 3451:2009StandardUtgave: 4 (2009-02-01)Språk: NorskBygningsdelstabell
11. Enova, (2012), Potensial- og barierestudie – Energieffektivisering i norske bygg
12. Enova, (2012), Potensial- og barierestudie – Energieffektivisering av norske boliger, 1/3 bakgrunnsrapport
13. Enova, (2012), Potensial- og barierestudie – Energieffektivisering i norske yrkesbygg, 2/3 bakrunnsrapport
14. Enova, (2012), Potensial- og barierestudie – Energieffektivisering – Pssihus og nær nullenergibygninger, 3/3 bakrunnsrapport
15. Byggenæringens landsforening (2012), Energieffektivisering, Energtilstand og passive tiltak i den norske boligmassen
16. Førland-Larsen et. al, (2011) Fra C til A, En veileder for byggherrer med energiambisjoner.
17. Dokka T. et. Al. (2009, Kriterier for passivhus- og lavnergibyg, Sintef raport 42.
18. BE, (2010), Veiledning til Forskrift om tekniske krav til byggverk, TEK 10
19. Munch-Andersen, Jørgen, (2008), Efterisolering af etageboliger, SBI anvisning 221.
20. XRGIA, 2011, Energibruk i lavenergi og passivbyg
21. Hagenvan P, 2005, Årsaker til differanser mellom beræknad ocg faktisk energanvändung i nyproducerade flerbostadshus.
22. Catherine Grini, et. al., 2009 LECO – Energibruk i fem kontorbygg i Norge; Sintef Prosjektrapport nr.48
23. Holte byggsafe, 2010, Kalkulasjonsnøkkelen
24. NS3031
25. Norsk standard NS-EN 13829
26. Fornybardirektivet, Direktiv 2001/77/EC av 27.9.2001 om fremme av elektrisitet produsert fra fornybar energi i det indre elektrisitetsmarkedet
27. Arnstad, Eli, et. al. (2010) KRD arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg
28. Ibenholt, Karin et.al.,(2011), Energieffektivisering i eksisterende bygg, Vista Analyse/ THEMA Consulting.
29. Bøhm, Benny et. al. (2009), Måling af forbrug og varmetab fra cirkulationsledning, SBI, Danmark
30. Dokka, Tor Helge, et. al.(2011), Energibruk i bygninger, Nasjonal Database og sammenligning av beregnet og målt energibruk.
31. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002on the energy performance of buildings

15 VEDLEGG

15.1 Vedlegg 1 Forutsetninger for energiberegninger - boliger

Alle energiberegninger er utført i SIMIEN versjon 5.009.

Følgende beregningsmodeller er laget, både for enebolig og boligblokk:

< 1956
1956-70
1971-80
1981-90
1991-2000
2001-10

De modellerte byggene er basert på de byggene som er beskrevet i Potensial- og barrierestudiet (PBS) utført av Prognosesenteret AS i samarbeid med Entelligens AS på oppdrag for Enova, slik byggene er beskrevet i rapporter fra det prosjektet. Nedenfor følger ytterligere detaljer om forutsetningene som er gjort:

- Arealopplysninger om vegger, gulv, tak og vinduer mm: Data fra PBS
- Vindusfordeling himmelretninger: Fra PBS
- U-verdier og lekkasjetall, både original, historisk oppgradering og dagens standard: Fra PBS
- Normalisert kuldebroverdi for enebolig: Benyttet standardverdi fra NS 3031 tillegg A for bygning med bæresystem i tre [$0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$]
- Normalisert kuldebroverdi for boligblokk: Benyttet standardverdi fra NS 3031 tillegg A for bygning med bæresystem i betong, mur eller stål med 5 cm kuldebrobryter i fasadene [$0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$]
- Varmekapasitet: Både gulv, vegger og tak er modellert med tunge materialer innvendig
- Virkningsgrad varmegjenvinner: Data fra PBS
- Spesifikk vifteeffekt (SFP): Data fra PBS
- Fordeling mellom energikilder: Data fra PBS
- Virkningsgrad på ulike energikilder: Data fra PBS
- Luftmengder: PBS oppgir samlet verdi for antall luftskifter per time samt verdi for infiltrasjon. AV har beregnet nødvendige luftmengder i ventilasjonsanlegg slik at samlet antall luftskifter stemmer med PBS. Det er også benyttet opplysninger fra PBS i forhold til om det er modellert avtrekksventilasjon eller balansert ventilasjon i de ulike modellene.
- Settpunkttemperatur oppvarming: Opplysninger fra PBS. PBS skiller mellom temperatur i oppvarmede og uoppvarmede arealer, og det er beregnet et gjennomsnitt.
- Effekt romoppvarming: Verdien er satt tilstrekkelig høy til at SIMIEN alltid finner tilstrekkelig effekt til å dekke behov for romoppvarming.
- Driftstider: Satt iht. standardiserte inndata fra NS 3031, tabell A.3
- Internlaster belysning, teknisk utstyr, personer: Satt iht. standardiserte inndata fra NS 3031, tabell A.1
- Solfaktor/g-verdi vinduer: Satt til 0,75. Dette tilsvarer standard tolagsvinduer.
- Karmfaktor: Satt til 0,2. Dette er standardverdien i SIMIEN
- Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring: Satt til 1,0. Det er altså forutsatt at ingen av vinduene blir skjermet fra verandaer eller andre bygningsutspring.

Enebolig		< 1956	1956-70	1971-80	1981-90	1991-2000	2001-10
Areal yttervegger [m ²]:		149	150	149	135	128	131
Areal tak [m ²]:		73	73	76	121	106	112
Areal gulv [m ²]:		73	73	76	121	106	112
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:		29	22	23	27	24	25
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:		146	146	152	181	159	168
Oppvarmet luftvolum [m ³]:		380	365	365	434	382	403
U-verdi yttervegger [W/m ² K]		0,96	0,5	0,41	0,28	0,28	0,21
U-verdi tak [W/m ² K]		0,81	0,33	0,2	0,22	0,18	0,14
U-verdi gulv [W/m ² K]		0,61	0,28	0,29	0,18	0,21	0,13
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]		2,6	2,6	2,6	2,2	2	1,6
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]		20	15,1	15,1	14,9	15,1	14,9
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]		120	120	117	120	123	122
Lekkasjetall (n50) [1/h]:		6	5	4	3,5	3	2,5
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:		0	0	0	0	0	50
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring		0	0	0	0	0	50
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:		0	0	0	1,5	1,5	2,5
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]		0	0	0	0,8	0,8	1,5
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]		0	0	0	0,8	0,8	1,5
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:		0,93	0,96	0,95	0,98	0,98	0,96
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:		180	120	120	120	120	150
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]		19,4	19,9	19,9	20,2	20,2	20,2
Systemeffektfaktor kjøling:		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]		0	0	0	0	0	0
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:		0	0	0	0	0	0
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:		0	0	0	0	0	0
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:		0	0	0	0	0	0
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:		0	0	0	0	0	0
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:		0	0	0	0	0	0
Driftstid oppvarming (timer)		16	16	16	16	16	16
Driftstid kjøling (timer)		0	0	0	0	0	0
Driftstid ventilasjon (timer)		0	0	0	24	24	24
Driftstid belysning (timer)		16	16	16	16	16	16
Driftstid utstyr (timer)		16	16	16	16	16	16
Oppholdstid personer (timer)		24	24	24	24	24	24
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]		1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]		1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]		3	3	3	3	3	3
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]		3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]		0	0	0	0	0	0
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Total solfaktor for vindu og solskjerming:		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:		1	1	1	1	1	1

Boligblokk									
Beskrivelse			< 1956	1956-70	1971-80	1981-90	1991-2000	2001-10	
Areal yttervegger [m²]:			443	745	750	759	645	687	
Areal tak [m²]:			142	264	450	456	414	426	
Areal gulv [m²]:			142	264	450	456	414	426	
Areal vinduer og ytterdører [m²]:			113	159	270	273	248	255	
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m²]:			568	1056	1800	1824	1656	1704	
Oppvarmet luftvolum [m³]:			1590	2851	4500	4560	3974	4090	
U-verdi yttervegger [W/m²K]			0,82	0,5	0,34	0,29	0,29	0,27	
U-verdi tak [W/m²K]			0,81	0,33	0,21	0,2	0,2	0,14	
U-verdi gulv [W/m²K]			0,55	0,38	0,24	0,2	0,2	0,12	
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m²K]			2,6	2,6	2,6	2,2	2	1,6	
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]			19,9	15,1	15	15	14,9	15	
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]:			0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
Normalisert varmekapasitet [Wh/m²K]			85	80	62	62	60	61	
Lekkasjetall (n50) [1/h]:			5	5	3	1,5	1,5	1,5	
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:			0	0	0	0	0	50	
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsikring			0	0	0	0	0	50	
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m³/s]:			0	0	1,5	1,5	1,5	2,5	
Luftmengde i driftstiden [m³/hm²]			0	0	0,4	1	0,9	2,6	
Luftmengde utenfor driftstiden [m³/hm²]			0	0	0,4	1	0,9	2,6	
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:			0,93	0,94	0,96	0,95	0,98	0,94	
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m²]:			100	100	100	100	100	130	
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]			20,4	20,6	20,7	21	21	21	
Systemeffektfaktor kjøling:			2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]			0	0	0	0	0	0	
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m²]:			0	0	0	0	0	0	
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:			0	0	0	0	0	0	
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:			0	0	0	0	0	0	
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:			0	0	0	0	0	0	
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:			0	0	0	0	0	0	
Driftstid oppvarming (timer)			16	16	16	16	16	16	
Driftstid kjøling (timer)			0	0	0	0	0	0	
Driftstid ventilasjon (timer)			0	0	24	24	24	24	
Driftstid belysning (timer)			16	16	16	16	16	16	
Driftstid utstyr (timer)			16	16	16	16	16	16	
Oppholdstid personer (timer)			24	24	24	24	24	24	
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m²]			1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m²]			1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m²]			3	3	3	3	3	3	
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m²]			1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m²]			3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m²]			0	0	0	0	0	0	
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m²]			1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
Total solfaktor for vindu og solskjerming:			0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:			1	1	1	1	1	1	

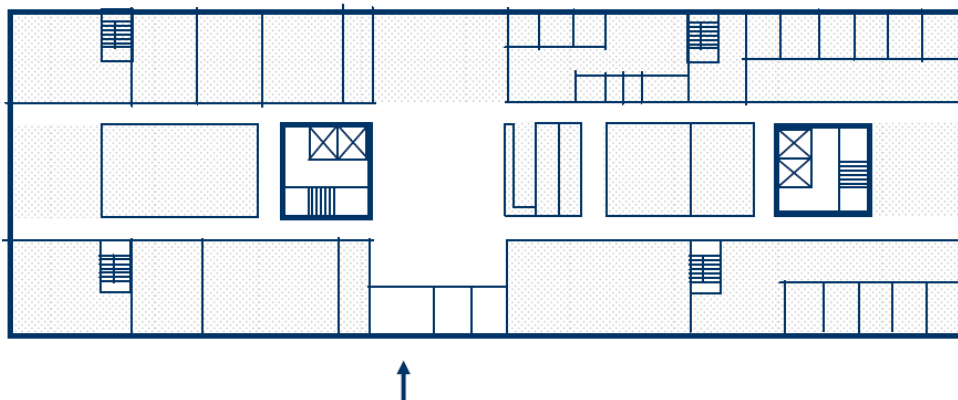
15.2 Vedlegg 2 Forutsetninger for energiberegninger – yrkesbygg

Med utgangspunkt i noen generelle forutsetninger, typiske eksisterende bygg og et nytt TEK10-bygg, er det laget beregningseksempler på effekt av ulike energiltak.

Det er valgt ut fire ulike case, som grunnlag for illustrative eksempler:

- rehabilitering av bygg fra 1930-tallet
- rehabilitering av bygg fra 1960-tallet
- rehabilitering av bygg fra 1990-tallet
- nybygg ihht. TEK-10

Alle casene tar utgangspunkt i en tenkt bygningsmodell i tre etasjer med en grunnflate på 60 m x 20 m. Bygningsmodellene som tar utgangspunkt i "1960-tallet", "1990-tallet" og "TEK 10" har en parkeringskjeller. Bygningsmodellen som tar utgangspunkt i "1930-tallet" har en grunnflate mot grunn. Plantegning av grunnmodellen for alle fire casene, er vist i figur 3.



Modell av en typisk etasje i et kontorbygg, med dimensjoner på 20 m x 60 m. Totalt bruttoareal (BRA) er på 3600 m² over 3 etasjer /17/

Bygningstekniske forutsetninger for grunnmodellen og tekniske anlegg varierer i de ulike casene. De ulike forutsetningene er vist i følgende tabell under. Med utgangspunkt i disse. Forutsetningene, er det for hver case beregnet årlig netto energibehov for Oslo klima.

Kontorbygg				
Beskrivelse	30 bygg	60 bygg	90 bygg	TEK 10
Areal yttervegger [m ²]:	1038	1038	1038	1038
Areal tak [m ²]:	1200	1200	1200	1200
Areal gulv [m ²]:	1200	1200	1200	1200
Areal vinduer og ytterdører [m ²]:	690	690	690	690
Oppvarmet bruksareal (BRA) [m ²]:	3600	3600	3600	3600
Oppvarmet luftvolum [m ³]:	10800	10800	10800	10800
U-verdi yttervegger [W/m ² K]	1	0,38	0,28	0,17
U-verdi tak [W/m ² K]	1	0,8	0,22	0,13
U-verdi gulv [W/m ² K]	0,19	0,91	0,36	0,13
U-verdi vinduer og ytterdører [W/m ² K]	2,8	2,8	1,8	1,2
Areal vinduer og dører delt på bruksareal [%]	19,2	19,2	19,2	19,2
Normalisert kuldebroverdi [W/m ² K]:	0,15	0,15	0,12	0,09
Normalisert varmekapasitet [Wh/m ² K]	67	52	52	52
Lekkasjetall (n50) [1/h]:	4	2,5	2	1,5
Temperaturvirkningsgr. varmegjenvinner [%]:	60	60	60	70
Estimert virkningsgrad gjenvinner justert for frostsil	60	60	60	70
Spesifikk vifteeffekt (SFP) [kW/m ³ /s]:	3	3	3	2
Luftmengde i driftstiden [m ³ /hm ²]	7	7	12	12
Luftmengde utenfor driftstiden [m ³ /hm ²]	2	2	2	2
Systemvirkningsgrad oppvarmingsanlegg:	0,87	0,87	0,87	0,87
Installert effekt romoppv. og varmebatt. [W/m ²]:	200	200	200	200
Settpunkttemperatur for romoppvarming [°C]	20	20	20	20
Systemeffektfaktor kjøling:	2,4	2,5	2,5	2,5
Settpunkttemperatur for romkjøling [°C]	0	0	22	22
Installert effekt romkjøling og kjølebatt. [W/m ²]:	100	100	140	140
Spesifikk pumpeeffekt romoppvarming [kW/(l/s)]:	0,5	0,5	0,5	0,5
Spesifikk pumpeeffekt romkjøling [kW/(l/s)]:	0	0	0,6	0,6
Spesifikk pumpeeffekt varmebatteri [kW/(l/s)]:	0,5	0,5	0,5	0,5
Spesifikk pumpeeffekt kjølebatteri [kW/(l/s)]:	0,6	0,6	0,6	0,6
Driftstid oppvarming (timer)	12	12	12	12
Driftstid kjøling (timer)	0	0	24	24
Driftstid ventilasjon (timer)	12	12	12	12
Driftstid belysning (timer)	12	12	12	12
Driftstid utstyr (timer)	12	12	12	12
Oppholdstid personer (timer)	12	12	12	12
Effektbehov belysning i driftstiden [W/m ²]	8	8	8	8
Varmetilskudd belysning i driftstiden [W/m ²]	8	8	8	8
Effektbehov utstyr i driftstiden [W/m ²]	11	11	11	11
Varmetilskudd utstyr i driftstiden [W/m ²]	11	11	11	11
Effektbehov varmtvann på driftsdager [W/m ²]	0,8	0,8	0,8	0,8
Varmetilskudd varmtvann i driftstiden [W/m ²]	0	0	0	0
Varmetilskudd personer i oppholdstiden [W/m ²]	4	4	4	4
Total solfaktor for vindu og solskjerming:	0,1	0,1	0,1	0,1
Gjennomsnittlig karmfaktor vinduer:	0,2	0,2	0,2	0,2
Solskjermingsfaktor horisont/bygningsutspring:	1	1	1	1

15.3 Vedlegg 3 Nåverdi for ulike komponent tiltak

Yttervegger - boliger

Nåverdi beregning boliger - Oslo klima		Tiltak 1 - Oppgradering original til historisk										Nåverdi									
Boligmodel		Original/yttervegg		Historisk oppgrad. Yttervegg		Energi- reduksjon		Arealer bygg		Investerings kostnad		2 %		4 %		6 %		8 %		10 %	
		U-verdi	W/m²K	U-verdi	W/m²K	U-verdi	W/m²K	Yttervegg	BRA	kr/m² vegg	kr/m² BRA	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr
Enebolig	< 1956	Bygningsdeks oppbygning	0,96	0,96 til 0,39	71,8	149	146	211	216	211	216	1 392	1 995	2 599	1 026	1 492	1 957	2 510	3 100	3 694	4 288
	1956-70	Tunget bindingsverk, 100mm stender, isolert	0,5	0,5 til 0,33	21,2	150	146	226	232	226	232	243	421	599	135	272	409	546	683	820	957
	1971-80	Lett bindingsverk, 48x88 stender, 100mm min. ull	0,41	0,41 til 0,29	13,9	149	152	226	221	226	221	90	207	323	19	109	199	299	399	499	599
	1981-90	36x48 stender, 150mm min. ull	0,28	0,28 til 0,22	5,2	135	181	226	168	226	168	-52	-8	35	-79	-45	-11	-104	-80	-56	-32
	1991-00	Bindingsverk i tre, 150mm min. ull, 50mm kuldebrobyr	0,28	0,28 til 0,21	6,6	128	159	226	182	226	182	-34	21	77	-68	-25	18	100	69	39	9
Boligblokk	2000-2010	Bindingsverk i tre, 200mm min. ull, 50mm kuldebrobyr	0,21	0,21 til 0,16	4,3	131	168	226	176	226	176	-80	-44	-8	-102	-74	-46	-123	-103	-83	-63
	< 1956	Teglet isolert eller betong med 75mm treulplate	0,82	0,82 til 0,41	40,9	443	568	226	176	226	176	740	1 083	1 427	531	796	1 062	1 331	1 522	1 712	1 902
	1956-70	Betong, 100 mm porebetong	0,96	0,96 til 0,29	63,5	745	1 056	358	252	358	252	1 170	1 703	2 237	846	1 258	1 669	2 080	2 491	2 902	3 313
	1971-80	Bindingsverk i tre, 100 mm mineral ull, 50 mm kuldebrobyr	0,34	0,34 til 0,18	8,2	750	1 800	358	149	358	149	35	104	172	-7	46	99	147	19	29	39
	1981-90	Bindingsverk i tre, 150 mm mineral ull, 50 mm kuldebrobyr	0,29	0,29 til 0,17	6,3	759	1 824	226	94	226	94	47	100	153	15	56	97	14	43	53	63
	1991-2000	Bindingsverk i tre, 150 mm mineral ull, 50 mm kuldebrobyr	0,29	0,29 til 0,17	5,8	645	1 656	226	88	226	88	42	91	139	12	50	88	16	11	38	48
	2001 - 10	Bindingsverk i tre, 200 mm mineral ull, 50 mm kuldebrobyr	0,27	Ikke signifikant andel som har gjort det -	-	687	1 704	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nåverdi for original til historisk oppgradering. Oslo klima

[illegible]

Nåverdi for original til TEK 10 oppgradering, Oslo klima

Tiltak 3 - Oppgradering historisk til TEK 10 nivå				Nåverdi									
TEK10 nivå oppgrad. Yttervegg		Energi-reduksjon		Arealer bygg		Investerings kostnad		Nåverdi					
	U-verdi	Oslo klima	Yttervegg	BRA				2 %	2 %	4 %	4 %	7 %	7 %
Tilleggsisolasjon	W/m ² K	kWh/m ² år	m ²	m ²	kr/m ² vegg	kr/m ² BRA	kr	1,0	1,4	1,0	1,4	1,0	1,4
Utføring, 150 mm min. ull	0,39 til 0,19	22,7	149	146	431	439	69	260	450	-47	100	-158	-52
Utføring, 100 mm min. ull	0,33 til 0,19	16,5	150	146	358	367	2	141	279	-82	25	-163	-86
Utføring, 100 mm min. ull	0,19	11,1	149	152	358	350	-102	-9	85	-159	-87	-213	-161
Ingen endring	0,22		135	181									
Ingen endring	0,21		128	159									
Ingen endring	0,16		131	168									
Utføring, 150mm ekstra min. ull	0,41 til 0,18	21,3	443	568	431	336	141	320	499	32	171	-72	28
Utføring, 100mm ekstra min. ull	0,29 til 0,18	9,4	745	1056	358	252	-42	37	116	-90	-29	-136	-92
Ingen endring	0,18		750	1800									
Ingen endring	0,17		759	1824									
Ingen endring	0,17		645	1656									
Ingen endring			687	1704									

Nåverdi for historisk til TEK 10 oppgradering.

Yttertak - boliger

Boligmodel	Nåverdi beregning boliger - Oslo klima	Tiltak 1 - Oppgradering original til historisk Original yttertak - loft	Historisk oppgrad. Tak - loft	Energi- reduksjon	Arealer bygg	Investerings kostnad	Nåverdi						
							2 %	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %
			U-verdi W/m ² K	U-verdi W/m ² K	Tak m ²	kr/m ² tak	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr
Eneboliger		Bygningsdels oppbygning											
	< 1966	Kaldt loft: 50x200mm bjelker m/ stubbelslsleire	0,81	*0,81 til 0,31	73	146	569	803	1037	426	607	788	290
	1966-70	Kaldt loft: 48x198mm bjelker, 100mm min. ull	0,33	*0,33 til 0,2	73	146	105	165	228	68	116	162	33
	1971-80	Kaldt loft: 48x198 just, 200mm min. ull	0,2	*0,2 til 0,16	76	152	-16	1	19	-27	-13	0	-37
	1981-90	Oppvarmet loft: 48x198 bjelker, 200mm min. ull	0,22	0,22 til 0,16	121	181	-38	0	37	-81	-32	-3	-83
Leiligheter		Bygningsdels oppbygning											
	< 1966	Kaldt loft: 150x200mm bjelker m/ stubbelslsleire	0,81	*0,81 til 0,31	142	568	308	434	560	231	329	426	158
	1966-70	Kaldt loft: Betonggulv, 100mm min. ull	0,33	*0,33 til 0,24	284	1066	22	42	62	10	26	41	-2
	1971-80	Flatt tak mot det fri: Betongdekke 180mm min. ull	0,21	*0,21 til 0,14	450	1800	3	19	36	-8	5	18	-17
	1981-90	Flatt tak mot det fri: Betongdekke 180mm min. ull	0,2	*0,2 til 0,16	456	1824	-23	-12	-1	-30	-21	-13	-36
	2001 - 10	Flatt tak mot det fri: Betongdekke 220mm min. ull	0,14	*0,14 til 0,1	414	1666	-26	-15	-6	-31	-23	-16	-37
					426								

Nåverdi for original til historisk oppgradering. Oslo klima

Nåverdi beregning boliger - Oslo klima														
Boligmodel	Tiltak 2 - Original til TEK 10													
Eneboliger			Energi- reduksjon	Arealer bygg										
		U-verdi	kWh/m² år	Yttervegg	BRA									
		W/m²K		m²	m²									
		Tilleggsisolasjon												
	< 1956	Ersatte stubbleire med 100mm min. ull + 150mm min. ull på kald loft	0,81 til 0,15	73	146	144	72	730	1031	547	779	1011	372	539
	1956-70	150mm ekstra min. ull på kald loft	0,33 til 0,16	73	146	216	108	102	181	260	54	115	176	9
Leiligheter	1971-80	50mm ekstra min. ull på kald loft	2,1	76	152	127	63	-16	1	19	-27	-13	0	-37
	1981-90	Nedforing, 50mm ekstra min. ull	4,5	121	181	208	139	-38	0	37	-61	-32	-3	-83
	1991-00	Uendret		106	159									
	2001-2010	Uendret		112	168									
	< 1956	Ersatte stubbleire med 100mm min. ull + 150mm min. ull på kald loft	0,81 til 0,15	142	568	144	36	394	555	717	296	421	202	292
	1956-70	Uendret		264	1056	52	13							-13
	1971-80	Uendret		450	1800									
	1981-90	Uendret		456	1824									
	1991-2000	Uendret		414	1656									
	2001 - 10	Uendret		426	1704									

Nåverdi for original til TEK 10 oppgradering, Oslo klima

Nåverdi beregning boliger - Oslo klima													
Boligmodel	Tiltak 3 - Historisk til TEK 10	Energi- reduksjon	Arealer bygg	Investerings kostnad	Nåverdi								
					2 %	2 %	4 %	4 %	7 %	7 %	7 %		
		U-verdi W/m ² K	Yttervegg m ²	kr/m ² vegg	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr		
	Tilleggsisolasjon			kr/m ² BRA									
Eneboliger	< 1956	150mm min. ull på kald loft	73	216	69	135	202	29	80	131	-10	27	63
	1956-70	50mm ekstra min. ull på kald loft	73	127	-14	4	23	-25	-11	3	-36	-26	-16
	1971-80	Ingen endring	76										
	1981-90	Ingen endring	121										
Leiligheter	1991-00	Ingen endring	106										
	2001-2010	Ingen endring	112										
	< 1956	150mm min. ull på kald loft	142	216	40	75	111	19	46	73	-2	18	37
	1956-70		264										
	1971-80	Ingen endring	450										
	1981-90	Ingen endring	456										
	1991-2000	Ingen endring	414										
	2001 - 10		426										

Nåverdi for historisk til TEK 10 oppgradering.

Gulv mot kjeller – boliger

Nåverdi beregning boliger - Oslo klima		Tiltak 1 - Oppgradering original til historisk		Historisk oppgradering		Energi- reduksjon		Arealer bygg		Investerings kostnad		Nåverdi							
Boligmodel		Gulv mot kjeller	U-verdi W/m²K	Bygningsdels oppbygning	U-verdi W/m²K	Tilleggsisolasjon	Dekker m²	BRA m²	kr/m² dekke	2% kr	2% kr	4% kr	4% kr	7% kr	7% kr				
Eneboliger	< 1956	Uppvarmet kjeller: 150x200mm bjelker m/ subbeløtslere	0,61		0,61 til 0,27	18,4	73	146	113	356	510	665	262	381	501	172	258	343	
	1956-70	Uppvarmet kjeller: 48x198 just, 100mm min. ull	0,28	100mm ekstra min. ull	0,28 til 0,18	5	73	146	250	125	-13	29	71	-39	-6	26	-63	-40	-17
	1971-80	Fundament, gulv: 80mm armet betong 50mm markplate, ringmur 250mm lettklinkerblokk	0,36	Ikke signifikant andel som har gjort det	Uendret														
	1981-90	Uppvarmet kjeller: 48x198 bjelker, 200mm min. ull	0,18	50mm ekstra min. ull	0,18 til 0,15	1,8	121	181	242	162	-122	-106	-91	-131	-119	-107	-140	-131	-123
	1991-00	Fundament, gulv: 80mm armet betong 150mm markplate, ringmur 250mm lettklinkerblokk	0,25	Ikke signifikant andel som har gjort det	Uendret			106	159										
Leiligheter	2001-2010	Fundament, gulv: 250mm markplate, 100mm armet betong	0,15	Ikke signifikant andel som har gjort det	Uendret		112	168											
	< 1956	Uppvarmet kjeller: 150x200mm bjelker m/ subbeløtslere	0,55	Erstatte stubblere med 100mm min. ull	0,55 til 0,26	4,8	142	568	113	28	79	120	160	55	86	117	31	54	76
	1956-70	Uppvarmet kjeller: Betonggulv, 50mm min. ull	0,38	50mm ekstra min. ull	0,38 til 0,27	3,2	264	1.056	242	61	11	38	65	-5	16	36	-21	-6	9
	1971-80	Uppvarmet kjeller: Betonggulv, 100mm min. ull	0,24	Nedføring med 50mm ekstra min. ull	0,24 til 0,21	0	450	1.800	242	61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61	-61
	1981-90	Uppvarmet kjeller: Betonggulv med 120mm min. ull	0,2	Ikke signifikant andel som har gjort det	Uendret		456	1.824											
	1991-2000	Uppvarmet kjeller: Betonggulv med 120mm min. ull	0,2	Ikke signifikant andel som har gjort det	Uendret		414	1.656											
	2001 - 10	Uppvarmet kjeller: Betong hulddekk, 220mm min. ull	0,14	Ikke signifikant andel som har gjort det	Uendret		426	1.704											

Nåverdi for original til historisk oppgradering. Oslo klima

Nåverdi beregning boliger - Oslo klima																	
Bolignmodel																	
		Tiltak 2 - Original til TEK 10			Energi- reduksjon	Arealer bygg	Investerings kostnad	Nåverdi									
		U-verdi	W/m ² K	Tilleggsisolasjon				2 %	2 %	4 %	4 %	7 %	7 %				
								1,0	1,4	1,8	1,0	1,4	1,8				
								kr	kr	kr	kr	kr	kr				
Eneboliger	< 1956	Ersatte stubbleire med 100mm min. ull + nedføring 100mm min. ull	0,61 til 0,14	25,9	73	146	520	320	538	755	188	356	524	61	182	302	
	1956-70	Nedføring med 150mm ekstra min. ull	0,28 til 0,16	6,2	73	146	447	223	-85	-33	20	-116	-76	-36	-147	-89	
	1971-80	Uendret	Uendret		76	152											
	1981-90	50mm ekstra min. ull	0,26 - 0,14	2,3	121	181	242	162	-110	-91	-72	-122	-107	-92	-133	-112	
Leiligheter	1991-00	Uendret	Uendret		106	159											
	2001-2010	Uendret	Uendret		112	168											
	< 1956	Ersatte stubbleire med 100mm min. ull + 50mm min. ull	0,55 til 0,17	8,7	142	568	354	89	106	179	252	62	118	175	19	60	100
	1956-70	50mm ekstra min. ull	0,38 til 0,27	3,2	264	1056	242	61	11	38	65	-5	16	36	-21	-6	9
	1971-80	Nedføring med 50mm ekstra min. ull	0,24 til 0,21		450	1800											
	1981-90	Uendret	Uendret		456	1824											
	1991-2000	Uendret	Uendret		414	1656											
	2001 - 10	Uendret	Uendret		426	1704											

Nåverdi for original til TEK 10 oppgradering, Oslo klima

[illegible]

Nåverdi for historisk til TEK 10 oppgradering.

Vinduer – boliger

Nåverdi beregning boliger - Oslo klima																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Nåverdi for original til TEK 10 (minimumskrav)

Tiltak 2 - Original til TEK nivå (tiltaksmodel)													Nåverdi								
	U-verdi W/m ² K	Energi-reduksjon kWh/m ² år	Arealer bygg m ²	BRA m ²	kr/m ² vegg	kr/m ² BRA								2 %	2 %	4 %	4 %	4 %	7 %	7 %	7 %
							1,0 kr	1,4 kr	1,8 kr	1,0 kr	1,4 kr	1,8 kr	1,0 kr	1,4 kr	1,8 kr	1,0 kr	1,4 kr	1,8 kr	1,0 kr	1,4 kr	1,8 kr
Tilleggsisolasjon	W/m ² K	kWh/m ² år	m ²	m ²	kr/m ² vegg	kr/m ² BRA															
Nye vinduer	2,6 til 1,2	35,5	29	146	100	20	775	1073	1372	594	824	1054	421	586	751						
Nye vinduer	2,6 til 1,2	24,9	22	146	100	15	543	752	961	416	577	738	294	410	526						
Nye vinduer	2,6 til 1,2	23,8	23	152	100	15	518	718	918	396	551	705	280	391	502						
Nye vinduer	2,2 til 1,2	16,6	27	181	100	15	357	496	636	272	380	487	191	268	346						
Nye vinduer	2,0 til 1,2	13,4	24	159	100	15	285	398	510	217	304	390	151	214	276						
Nye vinduer	1,6 til 1,2	6,3	25	168	100	15	126	179	232	94	135	176	63	93	122						
Nye vinduer	2,6 til 1,2	37,1	29	146	100	20	811	1123	1434	622	862	1103	441	613	786						
Nye vinduer	2,6 til 1,2	28,7	22	146	100	15	628	869	1110	481	667	853	341	475	608						
Nye vinduer	2,6 til 1,2	24,4	23	152	100	15	531	736	941	407	565	723	288	401	515						
Nye vinduer	2,2 til 1,2	17,8	27	181	100	15	384	533	683	293	408	524	206	289	372						
Nye vinduer	2,0 til 1,2	14,2	24	159	100	15	303	422	541	230	323	415	161	227	293						
Nye vinduer	1,6 til 1,2	6,9	25	168	100	15	140	198	256	104	149	194	71	103	135						

Nåverdi for original til TEK 10 (tiltaksmodel)

Tiltak 3 - Original til lavenergi nivå																	
		Energi-reduksjon	Arealer bygg		Investerings kostnad		Nåverdi										
							2 %	2 %	2 %	4 %	4 %	4 %	7 %	7 %	7 %		
	U-verdi		Vinduer	BRA			1,0	1,4	1,8	1,0	1,4	1,8	1,0	1,4	1,8		
Tilleggsisolasjon	W/m²K	kWh/m² år	m²	m²	kr/m² vegg	kr/m² BRA	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr
Nye vinduer	2,6 til 1,0	40,6	29	146	250	50	860	1201	1542	652	916	1179	454	643	832		
Nye vinduer	2,6 til 1,0	28,4	22	146	250	38	598	837	1075	453	638	822	315	447	579		
Nye vinduer	2,6 til 1,0	27,1	23	152	250	38	569	797	1024	431	607	782	298	425	551		
Nye vinduer	2,2 til 1,0	19,9	27	181	250	37	408	576	743	307	436	565	210	302	395		
Nye vinduer	2,0 til 1,0	16,7	24	159	250	38	336	477	617	251	359	468	169	247	325		
Nye vinduer	1,6 til 1,0	9,4	25	168	250	37	173	252	331	125	186	247	79	123	167		
Nye vinduer	2,6 til 1,0	42,3	113	568	250	50	898	1253	1608	682	956	1230	475	672	869		
Nye vinduer	2,6 til 1,0	32,7	159	1056	250	38	695	969	1244	528	740	952	368	520	672		
Nye vinduer	2,6 til 1,0	27,8	270	1800	250	38	585	819	1052	443	623	804	307	437	566		
Nye vinduer	2,2 til 1,0	21,3	273	1824	250	37	440	619	797	331	469	607	227	326	425		
Nye vinduer	2,0 til 1,0	17,6	248	1656	250	37	357	505	652	267	381	495	181	263	345		
Nye vinduer	1,6 til 1,0	10,3	255	1704	250	37	193	280	366	141	207	274	90	138	186		

Nåverdi for historisk til lavenergi nivå

Tiltak 4 - Original til passivhus nivå							Nåverdi														
		Energi-reduksjon	Arealer bygg		Investerings kostnad		2 %	2 %	2 %	4 %	4 %	4 %	7 %	7 %	7 %						
	U-verdi		Vinduer	BRA			1,0	1,4	1,8	1,0	1,4	1,8	1,0	1,4	1,8						
							kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr	kr			kr			
Tilleggsisolasjon	W/m²K	kWh/m² år	m²	m²	kr/m² vegg	kr/m² BRA															
Nye vinduer	2,6 til 0,8	45,6	29	146	700	139	882	1265	1648	649	945	1241	427	639	851						
Nye vinduer	2,6 til 0,8	31,8	22	146	700	105	607	874	1141	444	651	857	289	437	585						
Nye vinduer	2,6 til 0,8	30,4	23	152	700	106	575	830	1086	420	617	814	271	413	554						
Nye vinduer	2,2 til 0,8	23,1	27	181	700	104	413	607	801	295	445	595	182	290	397						
Nye vinduer	2,0 til 0,8	20,0	24	159	700	106	342	510	678	240	370	500	143	236	329						
Nye vinduer	1,6 til 0,8	12,5	25	168	700	104	176	281	386	112	193	274	51	109	167						
Nye vinduer	2,6 til 0,8	47,5	113	568	700	139	925	1324	1722	682	990	1298	450	671	892						
Nye vinduer	2,6 til 0,8	36,7	159	1056	700	105	717	1025	1333	529	767	1005	350	521	692						
Nye vinduer	2,6 til 0,8	31,1	270	1800	700	105	592	853	1114	433	634	836	281	426	570						
Nye vinduer	2,2 til 0,8	24,7	273	1824	700	105	448	656	863	322	483	643	202	317	432						
Nye vinduer	2,0 til 0,8	21,0	248	1656	700	105	365	542	718	258	394	531	156	253	351						
Nye vinduer	1,6 til 0,8	13,6	255	1704	700	105	200	314	428	130	219	307	64	127	191						

Nåverdi for historisk til passivhus nivå

15.4 Vedlegg 4 Rehabiliterings investeringskostnad for komponent oppgraderinger

Yttervegger

Yttervegger						
Blåseisolering, 100mm	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå)	(2012 nivå)	Eks mva	Inkl. mva	Inkl. mva	Eks mva
	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²
Isolasjon	110	0				
Rigg og drift	20	0				
Enhetspris	<u>130</u>	<u>0</u>	130	163	211	143
Prisinterval pr. m2 vegg	Bolig	211	163	Yrke	143	130
Pris pr m2 BRA						
Utforing, 50 mm ekstra min.ull	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå)	(2012 nivå)	Eks mva	Inkl. mva	Inkl. mva	Eks mva
	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²
Isolasjon	26	31				
Utforing 48x48	17	54				
Musebånd	8	3				
Enhetspris	<u>51</u>	<u>88</u>	139	174	226	153
Prisinterval	Bolig	226	255	Yrke	153	204
Utforing, 100mm ekstra min. ull	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå)	(2012 nivå)	Eks mva	Inkl. mva	Inkl. mva	Eks mva
	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²
Isolasjon	54	31				
Utforing 48*98	39	85				
Musebånd	8	3				
Enhetspris	<u>101</u>	<u>119</u>	220	275	358	242
Prisinterval	Bolig	358	505	Yrke	242	404
Utforing, 150mm ekstra min. ull	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå)	(2012 nivå)	Eks mva	Inkl. mva	Inkl. mva	Eks mva
	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²
Isolasjon	81	31				
Utforing' 48*148	57	85				
Musebånd	8	3				
Enhetspris	<u>146</u>	<u>119</u>	265	331	431	292
Prisinterval	Bolig	431	730	Yrke	292	584
Utforing, 200mm ekstra min. ull	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå)	(2012 nivå)	Eks mva	Inkl. mva	Inkl. mva	Eks mva
	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²	kr/m ²
Isolasjon	104	31				
Utforing 48*200	78	85				
Musebånd	8	3				
Enhetspris	<u>190</u>	<u>119</u>	309	386	502	340
Prisinterval	Bolig	502	950	Yrke	340	760
Forutsetninger:						
Alle priser fra Holte Byggsafe Kalkulasjonsnøkkel 2010						
Prisnivå Mai 2010 - fremskrevet 2012 nivå med + 5%						
Priser avrundet til nærmeste hele antal kr.						
Påslag for størrelsesfaktor	Boliger	30 %				
	Yrkesbygg	10 %				
Påslag moms		25 %				
Merknad						
Priser der er lagt til grunnlag for analysen er skravert med grå skravering.						

Yttertak

Yttertak						
Erstatte stubbleire med 100mm min. ull	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
Blåseisolering, 100mm	(2012 nivå) kr/m ²	(2012 nivå) kr/m ²	Eks mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Eks mva kr/m ²
Isolasjon, blåseisolasjon på loft 100 mm	70	0				
Rigg og drift	20	0				
Enhetspris	<u>90</u>	<u>0</u>	90	113	113	90
Prisinterval	Bolig	113	113	Yrke	90	90
Erstatte stubbleire med 100mm min. ull + 150mm min. ull på kald loft	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå) kr/m ²	(2012 nivå) kr/m ²	Eks mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Eks mva kr/m ²
Isolasjon, blåseisolasjon på loft 300 mm	95	0				
Rigg og drift	20	0				
Enhetspris	<u>115</u>	<u>0</u>	115	144	144	115
Prisinterval	Bolig	144	144	Yrke	115	115
Nedforing, 50mm ekstra min. ull	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå) kr/m ²	(2012 nivå) kr/m ²	Eks mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Eks mva kr/m ²
Isolasjon	26	31				
Nedforing 48x48	17	54				
Enhetspris	<u>43</u>	<u>85</u>	128	160	208	141
Prisinterval	Bolig	208	108	Yrke	141	86
50mm ekstra min. ull på kald loft	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå) kr/m ²	(2012 nivå) kr/m ²	Eks mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Eks mva kr/m ²
Isolasjon	26	52				
Enhetspris	<u>26</u>	<u>52</u>	78	98	127	86
Prisinterval	Bolig	127	65	Yrke	86	52
100mm ekstra min. ull på kald loft	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå) kr/m ²	(2012 nivå) kr/m ²	Eks mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Eks mva kr/m ²
Isolasjon	54	52				
Enhetspris	<u>54</u>	<u>52</u>	106	133	172	117
Prisinterval	Bolig	172	135	Yrke	117	108
150mm ekstra min. ull på kald loft	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
	(2012 nivå) kr/m ²	(2012 nivå) kr/m ²	Eks mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Eks mva kr/m ²
Isolasjon	81	52				
Enhetspris	<u>81</u>	<u>52</u>	133	166	216	146
Prisinterval	Bolig	216	203	Yrke	146	162
Erstatte 180mm med 250mm min. ull	Material	Arbeider	Prisnivå	Prisnivå	Bolig	Yrkesbygg
(isolasjon byttes uansett - 70 mm ekstra)	(2012 nivå) kr/m ²	(2012 nivå) kr/m ²	Eks mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Inkl. mva kr/m ²	Eks mva kr/m ²
Isolasjon	104	0				
(forutsetter at takisolasjon uansett skiftes)						
Enhetspris	<u>104</u>	<u>0</u>	104	130	169	114
Prisinterval	Bolig	169	260	Yrke	114	208
Forutsetninger:						
Alle priser fra Holte Byggsafe Kalkulasjonsnøkkel 2010						
Prisnivå Mai 2010 - fremskrevet 2012 nivå med + 5%						
Priser avrundet til nærmeste hele antal kr.						
Påslag for størrelsesfaktor	Boliger	30 %				
	Yrkesbygg	10 %				
Påslag moms		25 %				
Merknad						
Priser der er lagt til grunnlag for analysen er skravert med grå skravering.						

Dekker mot kjeller

Dekker mot kjeller						
Erstatte stubbleire med 100mm min. ull blåseisoleri, 100mm	Material (2012 nivå) kr/m ²	Arbeider (2012 nivå) kr/m ²	Prisnivå Eks mva kr/m ²	Prisnivå Inkl. mva kr/m ²	Bolig Inkl. mva kr/m ²	Yrkesbygg Eks mva kr/m ²
Isolasjon, blåseisolasjon på loft 100 mm	70	0				
Rigg og drift	20	0				
	0	0				
Enhetspris	90	0	90	113	113	90
Prisinterval	Bolig	113	113	Yrke	90	90
Erstatte stubbleire med 100mm min. ull + 50 mm nedforing under himling	Material (2012 nivå) kr/m ²	Arbeider (2012 nivå) kr/m ²	Prisnivå Eks mva kr/m ²	Prisnivå Inkl. mva kr/m ²	Bolig Inkl. mva kr/m ²	Yrkesbygg Eks mva kr/m ²
Isolasjon, blåseisolasjon på loft 100 mm	70	0				
Rigg og drift	20	0				
Isolasjon	26	31				
Nedforing 48x48	17	54				
Enhetspris	133	85	218	273	354	240
Prisinterval	Bolig	354	333	Yrke	240	266
Erstatte stubbleire med 100mm min. ull + 100mm min. nedforing under himling	Material (2012 nivå) kr/m ²	Arbeider (2012 nivå) kr/m ²	Prisnivå Eks mva kr/m ²	Prisnivå Inkl. mva kr/m ²	Bolig Inkl. mva kr/m ²	Yrkesbygg Eks mva kr/m ²
Isolasjon, blåseisolasjon på loft 100 mm	70	0				
Rigg og drift	20	0				
Isolasjon	54	52				
Nedforing 48*98	39	85				
Enhetspris	183	137	320	400	520	352
Prisinterval	Bolig	520	229	Yrke	352	183
Erstatte stubbleire med 100mm min. ull + 150mm min. nedforing under himling	Material (2012 nivå) kr/m ²	Arbeider (2012 nivå) kr/m ²	Prisnivå Eks mva kr/m ²	Prisnivå Inkl. mva kr/m ²	Bolig Inkl. mva kr/m ²	Yrkesbygg Eks mva kr/m ²
Isolasjon, blåseisolasjon på loft 100 mm	70	0				
Rigg og drift	20	0				
Isolasjon	81	52				
Nedforing 48*148	57	85				
Enhetspris	228	137	365	456	593	402
Prisinterval	Bolig	593	285	Yrke	402	228
50mm ekstra min. ull under himling kjeller (Nedforing)	Material (2012 nivå) kr/m ²	Arbeider (2012 nivå) kr/m ²	Prisnivå Eks mva kr/m ²	Prisnivå Inkl. mva kr/m ²	Bolig Inkl. mva kr/m ²	Yrkesbygg Eks mva kr/m ²
Isolasjon	26	52				
Nedforing 48x48	17	54				
Enhetspris	43	106	149	186	242	164
Prisinterval	Bolig	242	108	Yrke	164	86
100mm ekstra min. ull under himling kjeller (Nedforing)	Material (2012 nivå) kr/m ²	Arbeider (2012 nivå) kr/m ²	Prisnivå Eks mva kr/m ²	Prisnivå Inkl. mva kr/m ²	Bolig Inkl. mva kr/m ²	Yrkesbygg Eks mva kr/m ²
Isolasjon	54	52				
Nedforing 48*98	39	85				
Enhetspris	93	137	230	288	374	253
Prisinterval	Bolig	374	233	Yrke	253	186
100mm ekstra min. ull under himling kjeller (Nedforing)	Material (2012 nivå) kr/m ²	Arbeider (2012 nivå) kr/m ²	Prisnivå Eks mva kr/m ²	Prisnivå Inkl. mva kr/m ²	Bolig Inkl. mva kr/m ²	Yrkesbygg Eks mva kr/m ²
Isolasjon	54	52				
Ståltråd for fastholde isolasjon	8	40				
Enhetspris	62	92	154	193	250	169
Enhetspris - material kostnad x faktor	2		124	155	155	124
Prisinterval	Bolig	250	155	Yrke	169	124
150mm ekstra min. under himling kjeller (Nedforing)	Material (2012 nivå) kr/m ²	Arbeider (2012 nivå) kr/m ²	Prisnivå Eks mva kr/m ²	Prisnivå Inkl. mva kr/m ²	Bolig Inkl. mva kr/m ²	Yrkesbygg Eks mva kr/m ²
Isolasjon	81	52				
Nedforing 48*148	57	85				
Enhetspris	138	137	275	344	447	303
Prisinterval	Bolig	447	345	Yrke	303	276
Forutsetninger:						
Alle priser fra Holte Byggsafe Kalkulasjonsnøkkel 2010						
Prisnivå Mai 2010 - fremskrevet 2012 nivå med + 5%						
Priser avrundet til nærmeste hele antal kr.						
Påslag for størrelsesfaktor	Boliger	30 %				
	Yrkesbygg	10 %				
Påslag moms		25 %				
Merknad						
Priser der er lagt til grunnlag for analysen er skravert med grå skravering.						

Vurdert pris

Element priser

OPPSETT PÅ DIFFERANSER PÅ 200-250-300-350-400 OG									
450 MM TAK OG YTTERVEGGER									
	148+48mm	198+48mm	250+48mm	300+48mm	350+48mm	400+48mm			
	0	50	100	150	200	250			
Prisdiffr %	0,00 %	4,44 %	21,70 %	33,70 %	64,10 %	67,30 %			
Prisdiffr kr	0	27	132	205	390	454			
Pris pr 100 mm ekstra	0	54	132	137	195	182	kr / 100 mm isolasjon ekskl. mva		
Pris inkl. påslag 20 %	0	65	158	164	234	218	kr / 100 mm isolasjon ekskl. mva		
Aller priser er differanser mellom 148+48 mm med oppbygging fra Trebyggeriets tekniske godkjenning.									
Priser er marginal kostnad for ekstra isolasjon									
Oppbygging 148+48 og 198+48 mm vegger/tak :									
Utlekking - utside: Vertikal sløyfe, 23mm x 48mm									
Musebånd									
Vindsperre: DHF vindtett plate, 15mm tykkelse									
Bindingsverk: 48mm x 148/198mm									
Isolasjon: Mineralull, 150/200mm tykkelse									
Dampsperre: OSB-plate, 12mm tykkelse									
Utlekking - innside: Horisontal lekte, 48mm x 48mm									
Oppbygging 250+48 og 300+48 mm vegger/tak :									
Utlekking - utside: Vertikal sløyfe, 23mm x 48mm									
Musebånd									
Vindsperre: DHF vindtett plate, 15mm tykkelse									
Bindingsverk: K-bjelke 48mm x 250/300mm									
Isolasjon: Mineralull, 250/300mm tykkelse									
Dampsperre: OSB-plate, 12mm tykkelse									
Utlekking - innside: Horisontal lekte, 48mm x 48mm									
Oppbygging 350+48mm og 400+48mm vegger/tak :									
Utlekking - utside: Vertikal sløyfe, 23mm x 48mm									
Musebånd									
Vindsperre: DHF vindtett plate, 15mm tykkelse									
Bindingsverk: 48mm x 360mm									
Isolasjon: Mineralull, 350/400mm tykkelse									
Dampsperre: OSB-plate, 12mm tykkelse									
Utlekking - innside: Horisontal lekte, 48mm x 48mm									

Vinduer

Priser vindu		Produsent 1																	
Brutto priser for beregning av merkostnad for valg av bedre vindu.																			
U - verdi	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Glas lag		Samlet areal	Samlet pris	Pris /m2		Indeks pris	Snitt u -verdi	Merpris					
W/m2 K	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)								%					
	1,2*1,2 m2	1,2*1,2 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2													
	1,44 m2	1,44 m2	0,36 m2	0,36 m2	0,36 m2	0,36 m2													
	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi					
	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K					
ca. 1,4 - 1,6																			
Fås ikke så dårlig.																			
ca. 1,2	2881	1,2	2217	1,15	1527	1,4	1210	1,35	2	3,6	7835	2176	0	100,0	1,22	0,0			
< 1,0	3030	0,99	2392	0,91	1585	1,2	1268	1,1	3	3,6	8275	2299	122	105,6	0,99	5,6			
< 0,8	3200	0,84	2482	0,76	1680	1,1	1319	0,97	3	3,6	8681	2411	235	110,8	0,85	10,8			
Priser vindu		Produsent 2																	
Brutto priser for beregning av merkostnad for valg av bedre vindu.																			
U - verdi	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Glas lag		Samlet areal	Samlet pris	Pris /m2	Merpris	Indeks pris	Snitt u -verdi	Merpris					
W/m2 K	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)					kr/m2			%					
	1,2*1,2 m2	1,2*1,2 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2													
	1,44 m2	1,44 m2	0,36 m2	0,36 m2	0,36 m2	0,36 m2													
	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi					
	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K					
ca. 1,4 - 1,6																			
ca. 1,2	2500	1,2	1400	1,16	1600	1,33	750	1,3	2	3,6	6250	1736	0	100,0	1,21	0,0			
< 1,0	2700	0,88	1600	0,8	1700	1,1	800	0,97	3	3,6	6800	1889	153	108,8	0,88	8,8			
< 0,8	2800	0,8	1700	0,72	1730	1,06	840	0,91	3	3,6	7070	1964	228	113,1	0,81	13,1			
Priser vindu		Produsent 3																	
Brutto priser for beregning av merkostnad for valg av bedre vindu.																			
U - verdi	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Vindu 1	Glas lag		Samlet areal	Samlet pris	Pris /m2		Indeks pris	Snitt u -verdi	Merpris					
W/m2 K	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)	Åpningsvindu (ingen sprosse)	Fast vindu (ingen sprosse)								%					
	1,23*1,48 m2	1,23*1,48 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2	0,6*0,6 m2													
	1,82 m2	1,82 m2	0,36 m2	0,36 m2	0,36 m2	0,36 m2													
	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi	Pris	U - verdi					
	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K	kr	W/m2 K					
ca. 1,4 - 1,6	3561	1,31	2038	1,26	2223	1,45	1081	1,39	2	4,4	8903	2042	0	100	1,31	0			
ca. 1,2	3668	1,24	2165	1,18	2247	1,42	1104	1,33	2	4,4	9184	2106	64	103,2	1,24	3,2			
< 1,0	3965	0,99	2515	0,88	2314	1,28	1172	1,1	3	4,4	9966	2285	179	111,9	0,98	11,9			
< 0,8	5096	0,85	3065	0,71	3184	1,192	1612	0,96	3	4,4	12957	2971	930	145,5	0,83	45,5			
		ekskl. mva		inkl. mva + fortjeneste	Snitt U-verdi	Pris kostnad beregning													
Snitt merpris 1,6		0	kr/m2	0	1,37	W/m2 K													
Snitt merpris 1,2		65	kr/m2	97	1,22	W/m2 K													
Snitt merpris 1,0		151	kr/m2	227	0,95	W/m2 K													
Snitt merpris 0,8		464	kr/m2	696	0,83	W/m2 K													

ISOLERINGS KAMPANJE

Høst/vinter

2011/2012

Innblåsing av glava isolasjon



40% av varmetapet i en enebolig
skjer på loftet.
Ved å etterisolere dette vil man
Redusere utgiftene til fyring betraktlig

GRANLI ISOLERING AS

Postboks 95
2100 Skarnes
post@blaseisolering.no
www.blaseisolering.no



Vi tilbyr innblåsing av isolasjon i vegger, gulv, og loft/tak på eneboliger samt industri bygg.

Innblåsing er overlegent i tempo inntill 550 m2 isoleret på en arbeidsdag.

Vi kan forberede gamle hus for Isoleringen dersom dette er nødvendig

Etterkontroll kan utføres med termokamera mot pristillegg.

550 eneboliger fikk lavere strømrregning i 2010 etter besøk av våre blåsebiler.

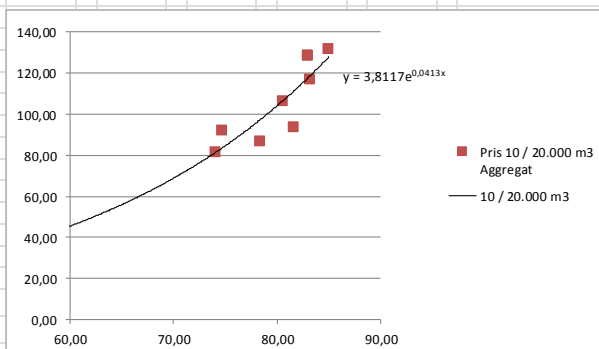
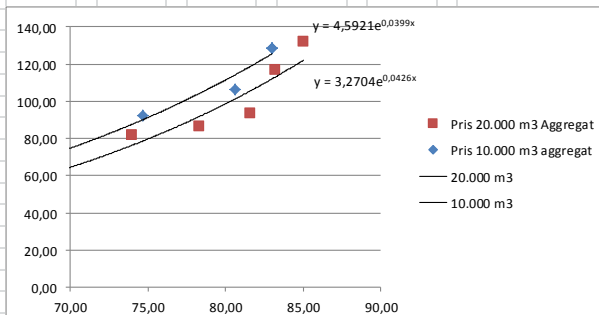
- Innblåsing i vegger
kr 110 pr m2
- 20 cm loft
kr 70 pr m2
- 30 cm loft
kr 95 pr m2
- 40 cm loft
kr 115 pr m2
- Rigg og drift
kr 1500,-



Alle priser eks mva

Priser ventilasjons aggregater

Eksempelberegninger Aggregater									
Felles for alle aggregater:									
Roterende varmegjenvinner									
Kjøleflade									
Varmeflade									
Indvendig utførelse									
Års middel varmegjennvinningsgrad beregnes for 70% luftmængde									
SFP faktor beregnes for 100% luftmængde, og med inklusiv omformer									
Eksternt tryk tilluft200Pa									
Eksternt tryk aftrek200Pa									
Dim udetemperatur20oC									
Aftrekstemperatur22oC									
Aftreksfugtighed30%									
Indeblåsningstemperatur kjøling18oC									
Fremløb kjølevand~10oC									
10 000 m3/h aggregater:									
Output minimum men gerne standard udskrift fra alle beregninger									
Input									
Model									
VarmegenvindingSFP									
virkninggradI*b*h									
Dim3) Dim.2)									
% ønsket (Levert)kW/(m3/s)krkW/(m3/s)%%									
1702108 2501,9674,778,7									
2802125 0001,8580,684									
3852151 4001,568385,7									
4851,8151 4001,568385,7									
5701,5129 7001,5676,479,9									
6801,5148 7001,3978,981,6									
7851,5182 2001,3485,287,2									
20 000 m3/h aggregater:									
8702192 0001,957478,3									
9A802203 9002,2678,382,4									
9B802220 2001,8981,684,8									
10852274 6001,683,285,6									
11701,5225 5001,5477,480,6									
12801,5264 5001,4679,181,8									
13851,5310 3001,358587,1									
Merknad									
1) Absolut pris er raltivt i forhold til referanse men helst absolut pris									
2) Varmevekslerens temperaturvirkningsgrad ved -20 oC ude, 70% luftmængde									
3) Varmevekslerens temperaturvirkningsgrad ved -20 oC ude, 100% luftmængde									
Kostnad for varmegjenvinner									
PrisGjenvinnerSFP									
kr/m2DimkW/(m3/s)									
%74,701,96									
106,2580,601,85									
128,6983,001,56									
128,6983,001,56									
81,6074,001,95									
86,6678,302,26									
93,5981,601,89									
116,7183,201,60									
131,8885,001,35									
Forutsetninger									
Luftmængde8,5 m3/m2 BRA h									
(tilsvare ca. 70 % av dim luftmengde)									
Kostnad for aggregater:									
GjenvinnerKostnadMerkostnad									
kr/m2 BRAkr/m2 BRA									
60 %45,50									
70 %68,823,3									
80 %104,058,5									
85 %127,882,3									



15.5 Vedlegg 5 Netto energireduksjon for yrkesbygg

Titak	30 bygg	60 bygg	90 bygg	TEK 10
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
Lekasjetall				
Original til 1,0 - n50	26	13	8	2
Original til 0,5 - n50	30	17	11	4
Kuldebroverdi				
Original til 0,09 W/m ² K	6	6	3	-
Original til 0,06 W/m ² K	9	9	6	2
Original til 0,03 W/ m ² K	12	12	9	3
Isolering yttervegg				
Original til 0,3 W/m ² K	29	3	0	-
Original til U = 0,22 W/m ²	32	5	2	-
Original til 0,18 W/m ² K	33	7	3	-
Original til 0,12 W/m ² K	35	9	5	1
Vinduer				
Original til snitt 1,4 W/m ² K	34	33	8	-
Original til snitt U = 1,2 W/m ² K	38	38	13	-
Original til snitt 1,0 W/m ² K	43	42	17	3
Original til snitt 0,8 W/m ² K	48	47	21	5
Etterisolasjon dekker mot P-kjeller				
Original til 0,25 W/m ² K	0	29	5	-
Original til U = 0,18 W/m ² K	59	32	7	-
Tak				
Original til U = 0,18 W/m ² K	38	26	1	-
Original til 0,13 W/m ² K	40	28	3	-
Original til 0,09 W/m ² K	42	30	5	1
Solavskjerming				
Ny utvendig solavskjerming	-9	-8	6	14
Opgradering ventilasjon aggregat				
Original til 70% gjenvinning - SFP 2,2 kW_m3_s	19	19	28	-
Original til 80% gjenvinning - SFP 2,0 kW_m3_s	34	34	50	13
Opgradering belysningsanlegg				
Original 25 W/m ² til 8 W/m ²	18	20	52	-
Original 15 W/m ² til 8 W/m ²	7	7	17	-
Original 25 W/m ² til 4 W/m ²	21	24	59	-
Original 15 W/m ² til 4 W/m ²	10	11	23	-
Original 8 W/m ² til 6,4 W/m ²	5	5	12	6
Original 8 W/m ² til 4 W/m ²	7	7	15	14

15.6 Vedlegg 6 – Levetider

Tekniske levetider er lagt til grunn for alle beregninger.

Tiltak	Økonomisk levetid [år]:	Teknisk / forventet levetid [år]:
1a) Brukerinformasjon	2	2
1b) Justering romtemperatur/temperaturkrav oppvarming	2	2
1c) Justering romtemperatur/temperaturkrav kjøling	2	2
2a) Energioppfølgingssystem (EOS)	10	10
2b) Sentral driftskontroll (SD-anlegg)	10	10
2c) Systemoptimalisering vent/varme/kjøling	3	3
2d) Optimal driftstid ventilasjon, ift. unødvendig drift utenfor ordinær driftstid	3	3
2e) Optimal driftstid lys, ift. unødvendig drift utenfor ordinær driftstid	3	3
3a) Etterisolering tak	30	30
3b) Etterisolering gulv	30	30
3c) Etterisolering vegger m/tilh. tetting	30	30
3d) Utskifting vinduer m/tilh. tetting	30	30
5a) Oppgradering ventilasjon	15	20
5b) Forbedring varmegjenvining ventilasjon	15	20
5c) Forbedring SFP	15	20
5d) Behovsstyring VAV	15	20
6a) Nytt belysningsutstyr	10	20
6b) Automatikk for lysstyring	10	20
8a) Nattsenkning	10	10
10a) Vannbesparende armaturer	15	20
10b) Energibesparende varmtvannsbereder med termostatisk blandeventil og tidsstyrt VVC	15	20
11a) Solskjerming	15	15
11b) Ombygging til mengderegulering (inkl. nye effektive turtallsregulerte pumper)	15	15
11c) Vannrensing / vannbehandling	15	15
12a) Innregulering av varmeanlegg	15	20
12b) Teknisk isolering av rør og deler i energisentral (varme- og kjøleanlegg)	15	20
12c) Ombygging til mengderegulering (inkl. nye effektive turtallsregulerte pumper)	15	20
12d) Vannrensing / vannbehandling	15	20
13a1) Andeler oppvarmingsteknologier og systemvirkningsgrader som TEK10-nivå ALT.1	15	20
13a1) Andeler oppvarmingsteknologier og systemvirkningsgrader som TEK10-nivå ALT.2	15	20
13a1) Andeler oppvarmingsteknologier og systemvirkningsgrader som TEK10-nivå ALT.3	15	20
13a2) Varmepumpe ALT.1	15	20
13a2) Varmepumpe ALT.2	15	20
13a2) Varmepumpe ALT.3	15	20

15.7 Vedlegg 7 – TEK 10 – Energiltak og minste krav til bygget energikvalitet og energiforsyning.

§ 14-3. Energiltak

1) Bygning skal ha følgende energikvaliteter:

a) Transmisjonsvarmetap:

1. Andel vindus- og dørareal $\leq 20 \%$ av oppvarmet BRA
2. U-verdi yttervegg $\leq 0,18 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
3. U-verdi tak $\leq 0,13 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
4. U-verdi gulv $\leq 0,15 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
5. U-verdi glass/vindu/dør inkludert karm/ramme $\leq 1,2 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
6. Normalisert kuldebroverdi, der m^2 angis i oppvarmet BRA:
 - småhus $\leq 0,03 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$
 - øvrige bygninger $\leq 0,06 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$.

b) Infiltrasjons- og ventilasjonsvarmetap:

1. Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell:
 - småhus $\leq 2,5$ luftvekslinger pr. time
 - øvrige bygninger $\leq 1,5$ luftvekslinger pr. time.
2. Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg:
 - boligbygning, samt arealer der varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensning/smitte $\geq 70 \%$
 - Øvrige bygninger og arealer $\geq 80 \%$.

c) Øvrige tiltak:

1. Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP):
 - boligbygning $\leq 2,5 \text{ kW/(m}^3 \text{ /s)}$
 - øvrige bygninger $\leq 2,0 \text{ kW/(m}^3 \text{ /s)}$
 2. Mulighet for natt- og helgesenking av innetemperatur
 3. Tiltak som eliminerer bygningens behov for lokal kjøling.
- 2) For boligbygning kan energiltak i bokstav a og b fravikes, forutsatt at bygningens varmetapstall ikke øker.
- 3) For øvrige bygninger kan energiltak i bokstav a fravikes, forutsatt at bygningens varmetapstall ikke øker.

§ 14-5. Minstekrav

1) Følgende minstekrav skal oppfylles:

Tabell: Minstekrav

U-verdi yttervegg [W/(m ² K)]	U-verdi tak [W/(m ² K)]	U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(m ² K)]	U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ ramme [W/(m ² K)]	Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling pr. time)
$\leq 0,22$	$\leq 0,18$	$\leq 0,18$	$\leq 1,6$	$\leq 3,0$

2) Rør, utstyr og kanaler knyttet til bygnings varme- og distribusjonssystem skal isoleres for å hindre unødig varmetap.

3) I tillegg gjelder følgende minstekrav, med unntak for småhus:

- a) U-verdi for glass/vindu/dør inkludert karm/ramme multiplisert med andel vindus- og dørareal av bygningens oppvarmede BRA skal være mindre enn 0,24
- b) Total solfaktor for glass/vindu (g_t) skal være mindre enn 0,15 på solbelastet fasade, med mindre det kan dokumenteres at bygningen ikke har kjølebehov.

§ 14-7. Energiforsyning

- 1) Det er ikke tillatt å installere oljekjel for fossilt brensel til grunnlast.
- 2) Bygning over 500 m² oppvarmet BRA skal prosjekteres og utføres slik at minimum 60 % av netto varmebehov kan dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler hos sluttbruker.
- 3) Bygning inntil 500 m² oppvarmet BRA skal prosjekteres og utføres slik at minimum 40 % av netto varmebehov kan dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler hos sluttbruker.
- 4) Kravet til energiforsyning etter annet og tredje ledd gjelder ikke dersom det dokumenteres at naturforhold gjør det praktisk umulig å tilfredsstille kravet. For boligbygning gjelder kravet til energiforsyning heller ikke dersom netto varmebehov beregnes til mindre enn 15 000 kWh/ar eller kravet fører til merkostnader over boligbygningens livsløp.
- 5) Boligbygning som etter fjerde ledd er unntatt fra krav om energiforsyning skal ha skorstein og lukket ildsted for bruk av biobrensel. Dette gjelder likevel ikke boenhet under 50 m² oppvarmet BRA eller bolig som tilfredsstiller passivhusnivå.

15.8 Vedlegg 8 – Veileder til tiltak med positiv kost nytte verdi – BR 10 Danmark

Bilag 6

Indledning

Bilag 6 indeholder:

1. En oversigt over foranstaltninger som ofte er rentable at gennemføre
2. Beregningsforudsætninger knyttet til beregning af bygningers energibehov
3. Forskellige vilkår for midlertidige flytbare pavilloner

Rentable energibesparelser

Nedenfor i tabel 1 er der angivet løsninger, der ofte er rentable, hvis arbejdet er led i en renovering eller udskiftning. Her indgår kun materialer og arbejds løn ved det energibesparende arbejde, og ikke f.eks. udgifter til tagdækning, stillads eller andre udgifter, der ville være knyttet til gennemførelsen, hvis arbejdet ikke var led i en renovering.

Løsningerne gælder også for arbejder der, jf. kap. 7.4.3, indgår i et større renoveringsarbejde. For de eventuelle arbejder, der ikke indgår i renoveringsarbejdet, men eventuelt skal gennemføres, hvis de er rentable, skal samtlige følgearbejder medtages og derfor kan beregning af rentabiliteten være nødvendig.

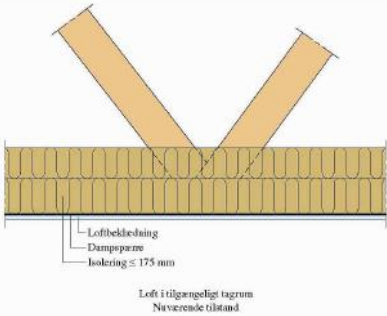
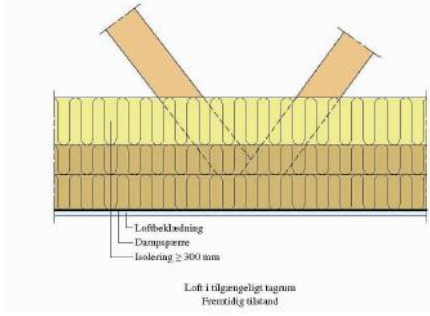
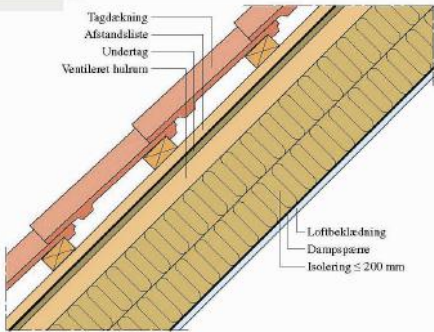
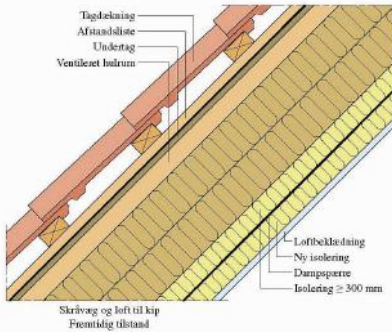
Hvis man fyrer med sit eget halm eller brænde fra egen skov vil de løsninger, der er anført nedenfor, ikke være rentable.

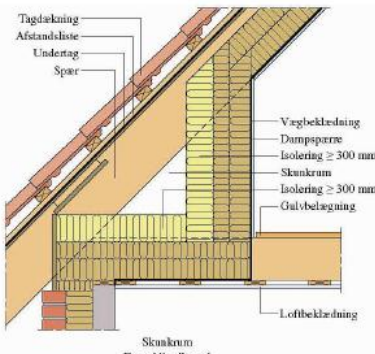
I tabel 1 er angivet U-værdier for bygningsdele samt isolering i mm. Der er her taget udgangspunkt i, at der i eksisterende konstruktioner ofte findes mineraluld med en varmeledningsevne (λ) på 0,037 W/mK, men det kan også være andre isoleringsmaterialer med tilsvarende egenskaber.

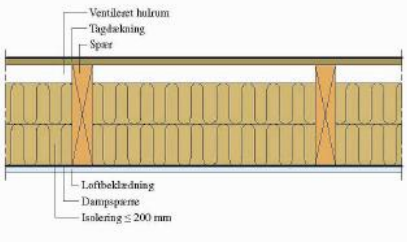
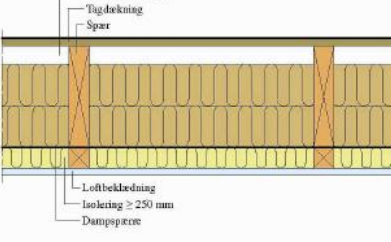
Er bygningsdelens tilstand dårlig, eller er der forhold, der kan føre til fugtskader, skimmel og råd, bør disse forhold udbedres. I mange ældre bygninger er dampspærre i loftskonstruktioner blevet gennemhullet i forbindelse med føring af elinstallationer og etablering af indbyggede spotlamper. For at undgå yderligere skader bør dampspærren derfor reetableres. Efterisolering af krybekældre kan være problematiske på grund af fugtproblemer. Her henvises der til BYG-ERFA blade om udeluftventilerede krybekældre og skimmel i bygninger.

Der kan være forhold i den konkrete bygning, som kan medføre, at isoleringsarbejdet er vanskelig at gennemføre, så arbejdet ikke er lønsomt. Det samme gælder, hvis der f.eks. benyttes meget billig energi i form af eget halm eller træ. Hvis rentabiliteten af arbejdet beregnet som: $(\text{levetid} \times \text{besparelse}) / \text{investering} < 1,33$ er arbejdet ikke rentabelt. Ejer er dermed ikke forpligtet til at gennemføre arbejdet. I tabel 2 er angivet levetider for forskellige energibesparende arbejder.

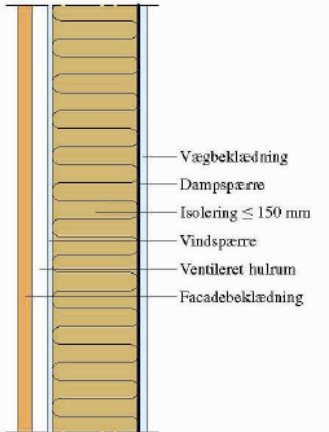
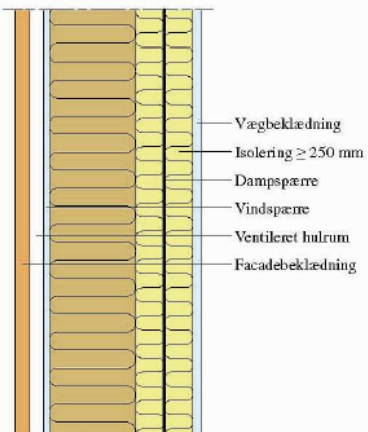
Tabel 1. Konstruktioner og installationer, der normalt er rentable at efterisolere

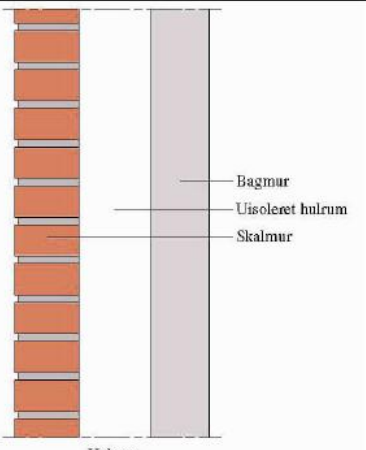
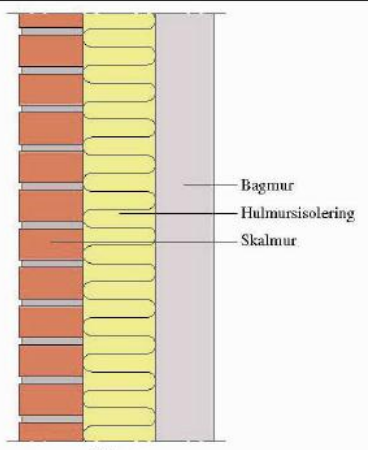
Loft og tagkonstruktioner¹⁾.	
Loft i tilgængeligt loftrum	
Nuværende tilstand Intakt isolering	Handling: Isolering, tykkelserne svarer tilnærmet til kravene i tabel 7.4.2
U > 0,20 W/m ² K Isolering ≤ 175 mm	Isoleringsniveau: BR 10 tabel 7.4.2 Isolering 300 mm
	
Loft og tagkonstruktioner¹⁾.	
Skråvæg og loft til kip	
Nuværende tilstand Intakt isolering	Handling: Isolering, tykkelserne svarer tilnærmet til kravene i tabel 7.4.2
U > 0,20 W/m ² K Isolering ≤ 200 mm	BR 10 tabel 7.4.2 Isolering 300 mm
	

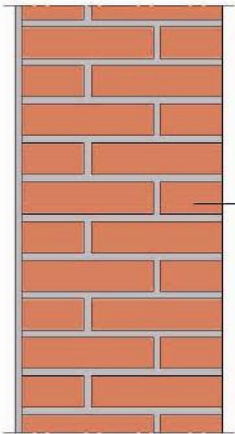
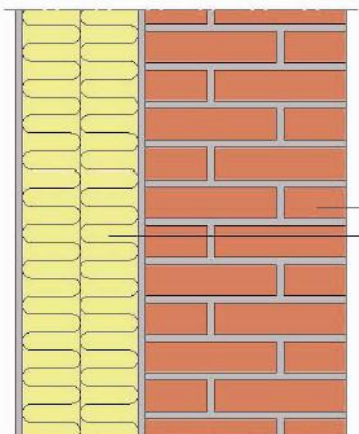
Loft og tagkonstruksjoner ¹⁾ . Skunkrum	
Nuværende tilstand Intakt isolering	Handling: Isolering, tykkelse svarer til nærmet til kravene i tabel 7.4.2
U > 0,20 W/m ² K Isolering ≤ 175 mm	BR 10 tabel 7.4.2 Isolering 300 mm
 Skunkrum Nuværende tilstand	 Skunkrum Fremtidig tilstand

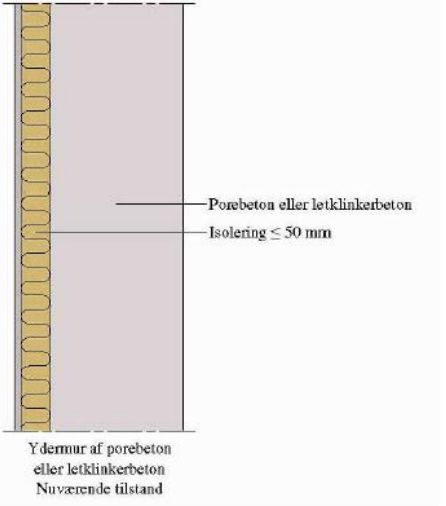
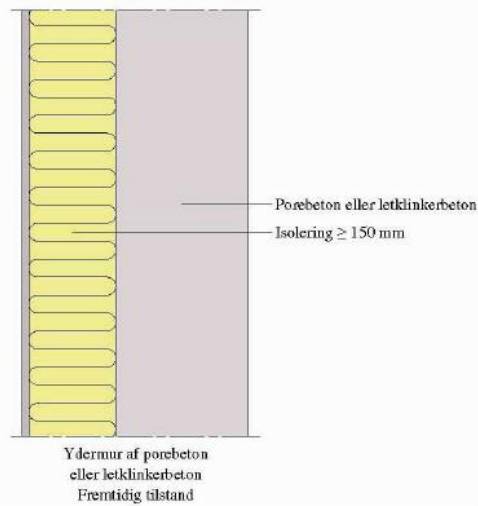
Loft og tagkonstruksjoner ¹⁾ . Fladt tag	
Nuværende tilstand Intakt isolering	Handling: Isolering, tykkelse svarer til nærmet til kravene i tabel 7.4.2
U > 0,20 W/m ² K Isolering ≤ 200 mm	BR 10 tabel 7.4.2 Isolering 250 mm
 Fladt tag Nuværende tilstand	 Fladt tag Fremtidig tilstand

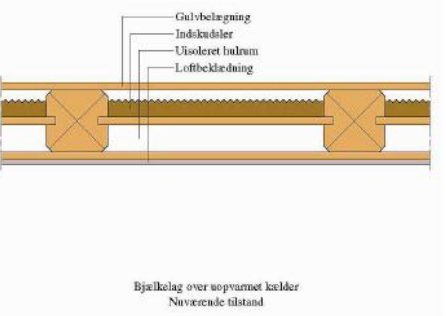
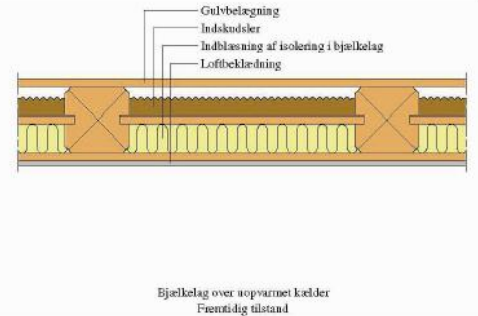
¹⁾ Krav om efterisolering udløses ved udskiftning af tagdækning. Oversigten viser, hvor det er rentabelt at efterisolere. Udskiftes bygningsdelen eller komponenten, er det bygningsreglementets krav til bygningsdel eller komponent, der skal opfyldes.

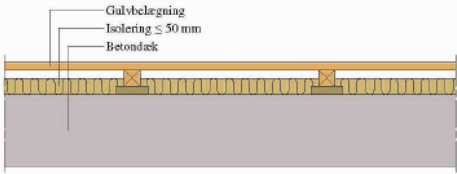
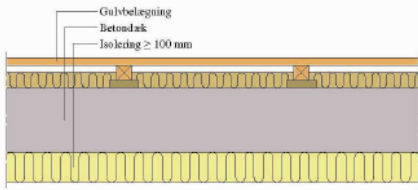
Ydervægge	
Let ydervæg (skeletkonstruktion) inkl. brystnings- og fyldningspartier	
Nuværende tilstand Intakt isolering	Handling: Isolering, tykkelserne svarer tilnærmet til kravene i tabel 7.4.2
U > 0,25 W/m ² K Isolering ≤ 150 mm	BR 10 tabel 7.4.2 Isolering 250 mm
 Let ydervæg Nuværende tilstand	 Let ydervæg Fremtidig tilstand

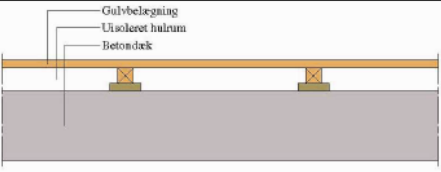
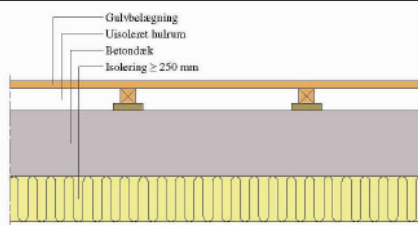
Ydervægge Hulmur	
Uisoleret	Handling: Indblæsning af isolering
 Hulmur Nuværende tilstand	 Hulmur Fremtidig tilstand

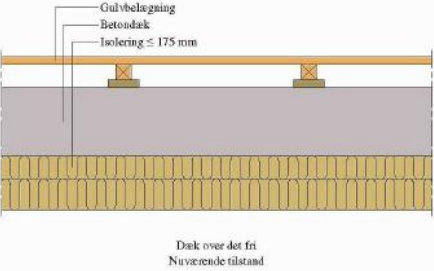
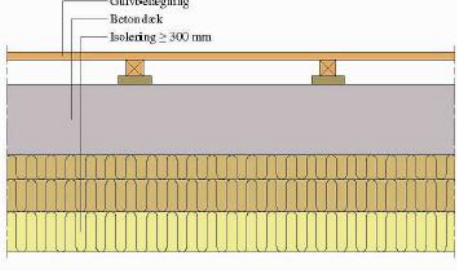
Ydervægge Massiv ydervæg i tegl, blank tegl udvendig	
Uisoleret	
	BR 10 tabel 7.4.2, normalt ikke rentabelt men kan være det i forbindelse med f.eks. uisolerede gavle. Isolering 200 mm
 Massiv ydervæg i tegl Massiv ydermur af tegl Nuværende tilstand	 Massiv ydervæg Isolering ≥ 200 Massiv ydermur af tegl Fremtidig tilstand

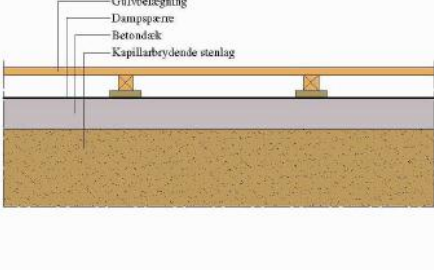
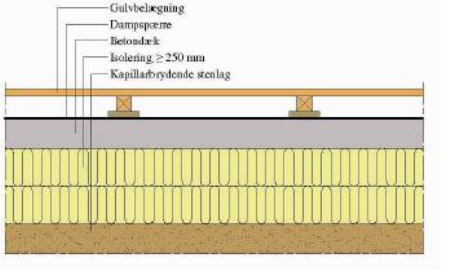
Ydervægge	
Ydervægge af porebeton eller letklinkerbeton	
Uisoleret	Handling: Indblæsning af isolering
$U > 0,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ Isolering $\leq 50 \text{ mm}$	BR 10 tabel 7.4.2, normalt kun rentabelt i forbindelse med en renovering af f.eks. en skadet klimaskærm.
 Porebeton eller letklinkerbeton Isolering $\leq 50 \text{ mm}$ Ydervæg af porebeton eller letklinkerbeton Nuværende tilstand	 Porebeton eller letklinkerbeton Isolering $\geq 150 \text{ mm}$ Ydervæg af porebeton eller letklinkerbeton Fremtidig tilstand

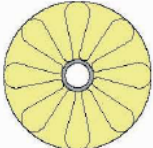
Gulv og terrændæk	
Bjælkelag over uopvarmet kælder	
Uisoleret	
	Indblæsning af isolering i bjælkelag
 Gulvbelægning Indskudser Uisoleret hulrum Løftbekledning Bjælkelag over uopvarmet kælder Nuværende tilstand	 Gulvbelægning Indskudser Indblæsning af isolering i bjælkelag Løftbekledning Bjælkelag over uopvarmet kælder Fremtidig tilstand

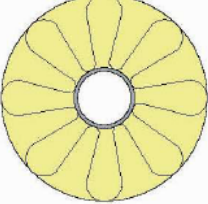
Gulv og terrændæk	
Andre dæk over uopvarmede kældre	
Uisoleret	Handling: Indblæsning af isolering
$U > 0,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ Isolering $\leq 50 \text{ mm}$	BR 10 tabel 7.4.2, hvis loft i kældre kan isoleres. Isolering 100 mm
 Dæk over uopvarmet kælder Nuværende tilstand	 Dæk over uopvarmet kælder Fremtidig tilstand

Gulv og terrændæk	
Dæk over tilgængelig krybekælder	
Uisoleret	
$U > 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ Isolering $\leq 150 \text{ mm}$	BR 10 tabel 7.4.2
 Dæk over tilgængelig krybekælder Nuværende tilstand	 Dæk over tilgængelig krybekælder Fremtidig tilstand

Gulv og terrændæk Dæk over det fri, dækket er tilgængelig for isolering nedefra	
Uisoleret	Handling: Indblæsning af isolering
$U > 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ Isolering $\leq 175 \text{ mm}$	BR 10 tabel 7.4.2, hvis der mulighed for isolering nedefra. Isolering 300 mm
 Dæk over det fri Nuværende tilstand	 Dæk over det fri Fremtidig tilstand

Gulv og terrændæk Terrændæk	
Uisoleret	
	BR 10 tabel 7.4.2, Hvis terrændækket hugges op for f.eks. etablering af gulvvarme. Isolering 250 mm
 Terrændæk Nuværende tilstand	 Terrændæk Fremtidig tilstand

Rør ²⁾	
Varmerør, fordelingsrør og stikrør udenfor rum	
Uisoleret	Handling: Indblæsning af isolering
diameter ≤ 22 mm	40 mm
 Diameter ≤ 22 mm Nuværende tilstand	 Isolering ≥ 40 mm Fremtidig tilstand

Rør ²⁾	
Rør til varmt brugsvand, fordelings- og cirkulationsrør	
Uisoleret	Handling: Indblæsning af isolering
diameter ≤ 35 mm	50 mm
 22 mm < Diameter ≤ 42 mm Nuværende tilstand	 Isolering ≥ 50 mm Fremtidig tilstand

²⁾ Isolering forudsætter, at rør, beholdere og aggregater er anbragt, så efterisolering kan finde sted.

For ydervægge, gulve og tekniske installationer viser tabel 1, hvor det er rentabelt at efterisolere. Udskiftes ydervæg, gulv eller den tekniske installation er det isoleringsbestemmelserne ved udskiftning, der er gældende uanset rentabilitet.

Der kan være gode grunde til at anvende mere isolering end angivet i tabel 1, hvis isoleringsarbejdet er enkelt at udføre, hvis det vurderes, at energipriserne i fremtiden vil stige mere end den almindelige prisudvikling og fordi den konkrete konstruktions udformning gør det fordelagtigt at vælge en større isoleringstykkelse. Vejledning om valg af løsninger med bedre isolering kan fås hos Videncenter for energibesparelser i bygninger på hjemmesiden:

<http://www.byggeriogenergi.dk/25872>

Tabel 2. Levetider der kan anvendes ved beregning af rentabiliteten:

Energibesparende tiltag	År
Efterisolering af bygningsdele	40
Vinduer samt forsatsrammer og koblede rammer	30
Varmeanlæg, radiatorer og gulvvarme samt ventilationskanaler og armaturer inklusive isolering	30
Varmeproducerende anlæg mv., f.eks. kedler, varmepumper, solvarmeanlæg, ventilationsaggregater	20
Belysningsarmaturer	15
Automatik til varme og klimaanlæg	15
Fugetætningsarbejder	10

1.1. Vinduer

Ved udskiftning af vinduer er det rentabelt at anvende vinduer, der opfylder bestemmelserne i kap 7.4.2.

Facadevinduer

For facadevinduer beregner vinduesproducenten energitilskuddet som:

$$E_{\text{ref}} = I \times g_w - G \times U_w = 196,4 \times g_w - 90,36 \times U_w$$

hvor:

I: Solindfald korrigeret for g-værdiens afhængighed af indfaldsvinklen.

g_w : Total solenergitransmittans for vinduet. G: Gradtimer i fyringssæsonen baseret på en indetemperatur på 20° C. U_w : Varmetransmissionskoefficient for vinduet.

Solindfaldet I og antallet af gradtimer G i løbet af fyringssæsonen er bestemt ud fra referenceåret DRY. Solindfaldet gennem vinduer afhænger af vinduernes orientering og der er derfor benyttet et enfamiliehus som reference med følgende vinduesfordeling:

Nord	26 pct.
Syd	41 pct.
Øst/vest	33 pct.

Beregningen foretages for et enkeltfags oplukkeligt referencevindue på 1,23 m x 1,48 m. Energitilskuddet E_{ref} er et relevant udtryk til at sammenligne forskellige vinduers ydeevne i opvarmningssæsonen. Med hensyn til gener af solindfald og eventuel overophedning om sommeren må der eventuelt foretages en særskilt vurdering heraf.

Selvom E_{ref} er baseret på nyttiggørelsen af solenergitransmissionen gennem vinduer i et enfamiliehus, anvendes E_{ref} også til sammenligning mellem vinduer ved udskiftning i andre bygninger end boliger. Dette gælder ikke sommerhuse, da de ifølge bestemmelser i planloven kun benyttes kort tid i opvarmningssæsonen.

Nye vinduer kan medføre problemer med overtemperaturer på solrige dage, derfor bør der i mange tilfælde også foretages en vurdering af et evt. behov for solafskærmning.

Ovenlysvinduer

For ovenlysvinduer beregner vinduesproducenten energitilskuddet som:

$$E_{\text{ref}} = I \times g_w - G \times U_w = 345 \times g_w - 90,36 \times U_w$$

hvor:

I: Solindfald korrigeret for g-værdiens afhængighed af indfaldsvinklen.

g_w : Total solenergitransmittans for vinduet ved en taghældning på 45°. G: Gradtimer i fyringssæsonen baseret på en indetemperatur på 20° C. U_w : Varmetransmissionskoefficient for vinduet.

Beregningen foretages for et oplukkeligt referencevindue på 1,23 m x 1,48 m. Beregningen af E_{ref} gælder for et referencehus med 45° taghældning og vinduesorientering, som angivet for facadevinduer. På grund af taghældningen kan solindfaldet både i opvarmningssæsonen og om sommeren blive ganske stort, hvorfor behovet for afskærmning også bør overvejes.

E_{ref} benyttes også som grundlag for udskiftning af ovenlysvinduer i andre bygninger end boliger. Dog benyttes E_{ref} ikke for sommerhuse, da de som følge af bestemmelserne i planloven kun benyttes kortvarigt i opvarmningssæsonen.

15.9 Vedlegg 9 – Solcelle salget i Danmark

30.05.2012 09:48

Kategori: Bygnet, Forside

Voldsom solcellevækst



Foto: Wikipedia, Chinneeb

2012 er solcellernes år. Faldende anlægspriser og særdeles gunstige fradragsordninger har skabt et boom i antallet af danske anlæg. Og det vil fortsætte, forudsiger Energinet.dk.

Danske boligejere ramt af solcellefeber

Salget af de populære solcelleanlæg lader til at fortsætte mod nye højder efter en historisk start i begyndelsen af året. Det får nu det statsejede Energinet.dk, der administrerer landets solcelleanlæg, til at skrue forventningerne yderligere op til det samlede salg i 2012.

Med en årlig besparelse på over 10.000 kroner har landets boligejere for alvor vist interesse for solceller, der det seneste år og især siden nytår har haft en markant vækst i installerede anlæg. Inden nytår havde i alt ca. 3.000 danske husstande et solcelleanlæg. Fem måneder senere er dette tal mere end fordoblet til ca. 7.500 anlæg, og solcelle-festen stopper ikke her.

Hos Energinet.dk, der driver det it-system, hvor netselskaberne registrerer stamdata for solcelleanlæggene, oplever man den voldsomme vækst i salget af solceller, og de positive salgstal for årets første fem måneder får det statsejede selskab til at skrue forventningerne yderligere op for resten af året.

25.000 solceller til nytår

"Det er min forventning, at der ved udgangen af 2012 vil være registreret op mod 25.000 solcelleanlæg i Danmark. Baggrunden er, at vi igennem de seneste måneder har oplevet en meget massiv tilvækst i antallet af registrerede solceller. I løbet af foråret har flere af de store byggemarkedskæder og supermarkeder påbegyndt markedsføring af solceller, hvilket har medført en betydelig vækst. Samtidigt markedsføres solceller aktuelt aggressivt af flere mange forskellige udbydere," siger Nicolaj Nørgaard Petersen, kundeforfatter hos Energinet.dk.

Hos Energihjem.dk, der formidler energirenoveringsopgaver for landets boligejere, har man ligeledes oplevet en markant vækst i opgaver med solceller, og her er forventningerne i tråd med Energinet.dk.

Vækst på 650 procent

"Siden nytår er antallet af solcelle-opgaver steget med omkring 650 procent sammenlignet med samme periode i 2011, og vi forventer, at denne vækst vil fortsætte året ud. Vores solcelle-leverandører har rigtig travlt, og især i april og maj er det gået stærkt," siger kommunikationschef hos Energihjem.dk Michael Müller.

Energihjem.dk formidler ca. ti procent af de samlede solcelle-opgaver i Danmark.

45 kWh på én dag

Solceller er blevet populære, fordi priserne er faldet, og samtidig er der en årlig elbesparelse på omkring 10.000 kroner at hente. På varme sommerdage, som vi har i Pinsen, producerer et typisk solcelleanlæg på 6 kW 43-55 kWh, og er det decideret hedebløt, kan det producere 55 kWh på én dag.

Solceller er desuden blevet en attraktiv kilde pga. håndværkerfradraget, energitilskud og en attraktiv tilskudsordning via et skattefradrag.

Kilde: www.Energinet.dk

15.10 Vedlegg 10 – Netto energireduksjon boliger

Energiberegninger yttervegger									
	Oslo			Stavanger			Karasjok		
		Hist. oppgraderi ng			Hist. oppgraderi ng			Hist. oppgraderi ng	
	Original		TEK 10	Original		TEK 10	Original		TEK 10
Enebolig									
< 1956	298,2	226,4	203,7	244,2	184,1	165,5	507,5	382,4	342,2
1956-70	183,4	162,2	145,7	151	133,8	120,5	298,8	261,5	232,1
1971-80	155,4	141,5	130,4	128,3	117,1	108,2	249,4	224,7	204,8
1981-90	144,9	139,7	138,8	121,2	117,0	116,3	227,4	218,0	216,5
1991-2000	140,0	133,4	133,4	117,2	111,9	111,9	218,9	207,2	207,2
2001-10	132,4	128,1	128,1	111,9	108,6	108,6	201,0	193,6	193,6
	Oslo			Stavanger			Karasjok		
		Hist. oppgraderi ng			Hist. oppgraderi ng			Hist. oppgraderi ng	
	Original		TEK 10	Original		TEK 10	Original		TEK 10
Boligblokk									
< 1956	231,7	190,8	169,5	194,8	159,8	141,9	385,4	315,5	278,4
1956-70	212,1	148,6	139,2	179,7	125,5	117,8	346,3	237,5	220,9
1971-80	130,6	122,4	122,4	111,4	104,8	104,8	203,1	188,7	188,7
1981-90	133,8	127,5	133,8	114,9	109,8	114,9	206,1	195,1	206,1
1991-2000	127,6	121,8	127,6	109,8	105,1	109,8	195,3	185,2	195,3
2001-10	147,7	147,7	147,7	127,5	127,5	127,5	222,3	222,3	222,3

Energiberegninger gulv mot kjeller									
	Oslo			Stavanger			Karasjok		
		Hist.			Hist.			Hist.	
	Original	oppgradering	TEK 10	Original	oppgradering	TEK 10	Original	oppgradering	TEK 10
Enebolig									
< 1956	298,2	279,8	272,3	244,2	228,1	221,6	507,5	472,2	457,9
1956-70	183,4	178,4	177,2	151,0	146,7	145,7	298,8	288,9	286,6
1971-80	155,4	155,4	155,4	128,3	128,3	128,3	249,4	249,4	249,4
1981-90	144,9	143,1	142,6	121,2	119,6	119,2	227,4	223,6	222,7
1991-2000	140,0	140,0	140,0	117,2	117,2	117,2	218,9	218,9	218,9
2001-10	132,4	132,4	132,4	111,9	111,9	111,9	201,0	201,0	201,0
	Oslo			Stavanger			Karasjok		
		Hist.			Hist.			Hist.	
	Original	oppgradering	TEK 10	Original	oppgradering	TEK 10	Original	oppgradering	TEK 10
Boligblokk	0,38	0,27	0,27						
< 1956	231,7	226,9	223,0	194,8	190,4	186,9	385,4	376,2	368,8
1956-70	212,1	208,9	208,9	179,7	176,8	176,8	346,3	340,3	340,3
1971-80	130,6	130,6	130,6	111,4	111,4	111,4	203,1	203,1	203,1
1981-90	133,8	133,8	133,8	114,9	114,9	114,9	206,1	206,1	206,1
1991-2000	127,6	127,6	127,6	109,8	109,8	109,8	195,3	195,3	195,3
2001-10	147,7	147,7	147,7	127,5	127,5	127,5	222,3	222,3	222,3

Energiberegninger tak									
	Oslo			Stavanger			Karasjok		
		Hist.			Hist.			Hist.	
	Original	oppgradering	TEK 10	Original	oppgradering	TEK 10	Original	oppgradering	TEK 10
Enebolig									
< 1956	298,2	279,8	272,3	244,2	228,1	221,6	507,5	472,2	457,9
1956-70	183,4	178,4	177,2	151,0	146,7	145,7	298,8	288,9	286,6
1971-80	155,4	155,4	155,4	128,3	128,3	128,3	249,4	249,4	249,4
1981-90	144,9	143,1	142,6	121,2	119,6	119,2	227,4	223,6	222,7
1991-2000	140,0	140,0	140,0	117,2	117,2	117,2	218,9	218,9	218,9
2001-10	132,4	132,4	132,4	111,9	111,9	111,9	201,0	201,0	201,0
	Oslo			Stavanger			Karasjok		
		Hist.			Hist.			Hist.	
	Original	oppgradering	TEK 10	Original	oppgradering	TEK 10	Original	oppgradering	TEK 10
Boligblokk	0,38	0,27	0,27						
< 1956	231,7	226,9	223,0	194,8	190,4	186,9	385,4	376,2	368,8
1956-70	212,1	208,9	208,9	179,7	176,8	176,8	346,3	340,3	340,3
1971-80	130,6	130,6	130,6	111,4	111,4	111,4	203,1	203,1	203,1
1981-90	133,8	133,8	133,8	114,9	114,9	114,9	206,1	206,1	206,1
1991-2000	127,6	127,6	127,6	109,8	109,8	109,8	195,3	195,3	195,3
2001-10	147,7	147,7	147,7	127,5	127,5	127,5	222,3	222,3	222,3

Asplan Viak AS