



Kostnadsoptimalitet Energiregler i TEK

På oppdrag for Direktoratet for byggkvalitet
2012

Forord

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult AS og SINTEF Byggforsk på oppdrag for Direktoratet for byggkvalitet (DIBK).

Anders-Johan Almås har vært prosjektleder og koordinator hos Multiconsult. Ingeborg Simonsen har koordinert arbeidet hos SINTEF Byggforsk. Følgende fagpersoner har vært prosjektmedarbeidere:

SINTEF Byggforsk:

- Ingeborg Simonsen
- Torer Frogner Berg
- Tor Helge Dokka

Multiconsult:

- Anne Solbraa (Energi)
- Preben Jensen (RIB-kostnader)
- Gunnar Eriksen (RIV-kostnader)
- Per Spjudvik (KS - RIB)
- Bjørn Øyen (KS - RIV)
- Linn Therese Palm (KS - Energi)
- Christian Listerud (KS - Levetider)
- Svein Bjørberg (KS - generelt)
- Anders-Johan Almås

Prosjektmedarbeiderne har bidratt med energiberegninger og kostnadsvurderinger i tillegg til å være interne eksperter som gjennom arbeidsmøter har bidratt med sin spesialkompetanse i konkrete deloppgaver.

Rapporten er utarbeidet i perioden september til desember 2012.

Oslo, 20. desember 2012

Multiconsult AS



Anders-Johan Almås

Innholdsfortegnelse

1.	Sammendrag.....	4
2.	Innledning	5
2.1	Bakgrunn og mandat for studien.....	5
2.2	Oppgavebeskrivelse.....	5
2.3	Oppgaveløsning	6
3.	Definisjoner.....	7
4.	Metode	8
4.1	Workshops og møter.....	8
4.2	Beregninger	8
4.3	Rapportering.....	10
5.	Kostnadsoptimalitet eksisterende bygninger.....	11
5.1	Generelt	11
5.2	Presentasjon av tallmateriale	13
6.	Kostnadsoptimalitet nybygg	50
6.1	Grunnlag	50
6.2	Resultater	51
6.2.1	Resultater småhus	52
6.2.2	Resultater leilighetsbygg	54
6.2.3	Resultater kontorbygg.....	55
6.2.4	Resultater nybygg oppsummert	57
7.	Kostnader TEK 97 vs. TEK 10 for enebolig.....	59
8.	EN15459	64

Vedlegg 1: Detaljert oppsett for RIB-kostnader eksisterende bygg
Vedlegg 2: Detaljert oppsett for RIV-kostnader eksisterende bygg
Vedlegg 3: Input for SIMIEN eksisterende bygg
Vedlegg 4: Input for SIMIEN nybygg TEK10 og passivhus
Vedlegg 5: Energikravene i TEK69 og TEK85/87

1. Sammendrag

Å presentere kostnader og energibesparelser for tiltak på eksisterende bygg og nybygg er en utfordrende oppgave. Erfaringer viser at anslag for kostnader for tiltak på bygninger kan variere med flere hundre prosent avhengig av hvem som kalkulerer, hvilke forutsetninger som ligger til grunn og hvor i markedet vi befinner oss. Energibesparelser er også avhengig av "hvordan man regner". Vi vil derfor advare mot at leseren av rapporten sluker tallene rått slik de er presentert i figurer og tabeller. Vi anbefaler derimot at leseren setter seg grundig inn i forutsetningene for oppdraget, valg av input data og hvilke avgrensninger som ligger til grunn for de endelige tallene. Først da vil kostnads- og energibesparelsestallene gi et godt grunnlag for å kunne brukes i videre vurderinger og analyser.

Denne rapporten tar først for seg kostnader og energibesparelser for oppgradering av eneboliger, boligblokker og kontorbygg oppført etter byggteknisk forskrift 1969 (TEK69) og TEK1985/87. Det er gjort beregninger for to nivåer for oppgradering - TEK10 og Lavenergistandard klasse 1 (NS3700/NS3701). Som tallene viser er det liten forskjell i entreprisekostnader mellom TEK-tiltak og Lavenergi-tiltak for eksisterende bygninger. Dette har sammenheng med at når man først er i gang med et tiltak så koster det lite å isolere litt ekstra. Det er arbeidet med rigg, drift, riving, stillas etc. som koster.

Generelt sett (for oppgradering) er det tiltak på bygningens klimaskjerm (yttervegg, vinduer, tak og gulv) som har høyest entreprisekostnad. Deretter kommer entreprisekostnader for varmesystemet. Ventilasjonskostnadene er lavest. Når det gjelder energibesparelser og lønnsomhet er det store variasjoner mellom de ulike bygningstypene og tiltakene.

Men selv om tiltakene på klimaskjermen har høy entreprisekostnad kan de likevel gi god totaløkonomi i kombinasjon med allerede planlagte arbeider på klimaskjermen. Det vil for eksempel si at etterisolering av yttervegg kan gi svært god lønnsomhet dersom det uansett skal gjøres andre arbeider på ytterveggen (utskifting av kledning).

Det må også påpekes at store deler av bygningsmassen bygd etter TEK69 og TEK85/87 har allerede gjennomført tiltak. Tallene gir derfor ikke et sparepotensial for bygningsmassen som helhet, men viser sannsynlige kostnader og energibesparelser for ulike tiltak. Hvilket tiltak som velges i hvert enkelt tilfelle vil variere fra bygg til bygg.

Videre er det gjort beregninger for å finne merkostnader og energibesparelser ved oppføring av nybygg, enebolig, boligblokk og kontorbygg etter Passivhusstandard (NS3700/NS 3701) sammenlignet med oppføring etter TEK 10. Merkostnadene for enebolig er beregnet til ca. 800 nkr/BRA, for leilighetsbygg ca. 400 nkr/BRA og for kontorbygg ca. 600 nkr/BRA. Tilbakebetalingstidene (forenklet beregningsmetodikk) er beregnet til 12 år for enebolig, 13 år for boligblokk og 10 år for kontorbygg.

Det er også sett på merkostnader for ulike tiltak ved oppføring av en ny enebolig etter TEK10 sammenlignet med TEK97. Beregningene viser merkostnader på 120 nkr/BRA for yttervegg, 190 nkr/BRA for tak, 190 nkr/BRA for ventilasjon, 160 nkr/BRA for vinduer og ingen merkostnad for gulv (samme krav til U-verdi). Total merkostnad for nevnte bygningsdeler er 660 nkr/BRA.

Til slutt er det gjort en vurdering av om forventet levetid for bygningskomponenter som fremgår av EN 15459 er hensiktsmessig for norske forhold eller om andre levetider for bygningskomponentene bør legges til grunn. Generelt sett gir verdiene i EN15459 et greit grunnlag for levetider, men noen avvik er påpekt i rapporten.

2. Innledning

2.1 Bakgrunn og mandat for studien

Energieffektivisering av bygningsmassen er et tema som er høyt oppe på dagsordenen i byggenæringen. For å bidra til en bærekraftig utvikling er det viktig å velge de riktige tiltakene når det gjelder energieffektivisering. En av de styrende parameterne er økonomi. Denne rapporten tar for seg kostnader og energisparepotensial for både enkelttiltak og komplette løsninger. Multiconsult og SINTEF Byggforsk ble tildelt oppdraget i september 2012 av Direktoratet for byggkvalitet (DIBK).

Av tidligere relevante publikasjoner som danner bakteppet for denne studien kan nevnes:

- "Arnstad-rapporten" – KRD's arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg (2010).
- KRD – "Grunnlag for, og krav om, utbedring av eksisterende bygninger" (Kluge Advokatkontor & Multiconsult, 2011)
- Enova – "Potensial- og barrierestudie. Energieffektivisering av norske boliger" (Prognosesenteret & Entelligens)
- Enova – "Potensial og barrierestudie: Energieffektivisering i norske næringsbygg" (Multiconsult & Analyse&Strategi)
- KRD – "Utredning av materielle krav ved tiltak på eksisterende bebyggelse" (Multiconsult, 2012).

2.2 Oppgavebeskrivelse

Følgende 5 arbeidsoppgaver inngår i oppdragsbeskrivelsen:

1. For eksisterende bygg oppført etter byggeforskrift 1969:

Det skal beregnes kostnader og energisparepotensial ved å oppgradere en enebolig, en boligblokk og et kontorbygg til dagens energistandard (TEK 10) og til lavenerginivå kl. 1 i hht. NS 3700 og lavenerginivå i hht. NS 3701).

Kostnader og energibesparelser skal fastsettes både for hovedombygning og for gjennomføring av enkeltstående energitiltak. Følgende energitiltak skal vurderes for kostnader:

- Oppgradering av U-verdi yttervegg, tak, gulv og glass/vindu/dør.
- Forbedring av bygningens kuldebroverdi.
- Forbedring av bygningens lekkasjetall.
- Installasjon av ventilasjonssystemer som muliggjør varmegjenvinning.
- Installasjon av solskjerming for å unngå energibehov til kjøling.
- Installasjon av varmeløsninger som oppfyller krav til energiforsyning gitt i § 14-7 i TEK 10

2. For eksisterende bygg oppført etter byggeforskrift 1985 (1987-revisjonen):

Det skal beregnes kostnader og energibesparelser ved å oppgradere en enebolig, en boligblokk og et kontorbygg til dagens energistandard (TEK 10) og til lavenerginivå kl.1 i hht. NS 3700 og lavenerginivå i hht. NS 3701).

Kostnader og energibesparelser skal fastsettes både for hovedombygning og for gjennomføring av enkeltstående energitiltak. Følgende energitiltak skal vurderes for kostnader:

- Oppgradering av U-verdi yttervegg, tak, gulv og glass/vindu/dør.
- Forbedring av bygningens kuldebroverdi.
- Forbedring av bygningens lekkasjetall.
- Installasjon av ventilasjonssystemer som muliggjør varmegjenvinning.

- Installasjon av solskjerming for å unngå energibehov til kjøling.
- Installasjon av varmeløsninger som oppfyller krav til energiforsyning gitt i § 14-7 i TEK 10

3. For nye bygninger oppført på passivhusnivå:

Det skal beregnes kostnader og energisparepotensial ved å oppføre bygninger på passivhusnivå (jf. NS 3700 og NS 3701) sammenlignet med oppføring etter dagens forskriftskrav, for et småhus, en boligblokk og et kontorbygg. Kostnader skal fastsettes både for bygningene som helhet og på tiltaksnivå. Det kan tas utgangspunkt i energiltakene i TEK 10 § 14-3 for å avgjøre hvilke tiltak som skal vurderes.

4. For nye småhus oppført etter byggeforskrift 2010 (TEK10)

Det skal beregnes merkostnader sammenlignet med oppføring etter byggeforskrift 97 (TEK97), for følgende:

- materialer til vegg, tak, gulv
- ventilasjon
- dører og vinduer
- vindtetting- tetthetsmåling
- kuldebroer

Kostnadene beregnes for et småhus på 100 kvadratmeter.

Merknad: I denne deloppgaven har vi tatt utgangspunkt i en enebolig med 80 m² grunnflate og deretter oppjustert alle arealene med 25 % slik at det blir en enebolig med tilnærmet grunnflate på 100 m². Dette har vi gjort for å kunne bruke samme husmodell som for deloppgave 1 og 2.

5. Vurdering av levetider i EN 15459

Det skal gjøres en vurdering av om forventet levetid for bygningskomponenter som fremgår av EN 15459 er hensiktsmessig for norske forhold eller om andre levetider for bygningskomponentene bør legges til grunn.

Avklaringer

Kostnadene oppgis som prisen tiltakshaver betaler for å få gjennomført enkeltstående tiltak eller kombinasjoner av tiltak. Kostnader knyttet til arealtap berignes ikke, men omtales som et eget kostnadsledd. Kostnadene angis som kr/BRA.

Det kan tas utgangspunkt i referansebyggene som ligger til grunn for dagens energirammer i TEK 10 § 14-4. Informasjon om referansebyggene fås av oppdragsgiver.

Energiberegninger gjøres for Oslo klima og iht. NS 3031.

2.3 Oppgaveløsning

Multiconsult har hatt hovedansvar for deloppgave 1,2, 4 og 5. SINTEF Byggforsk har hatt hovedansvar for deloppgave 3.

Vi har valgt å løse de fem deloppgavene på følgende måte:

1. For eksisterende bygg oppført etter byggeforskrift 1969

Vi har tatt utgangspunkt i energikravene som var gjeldende i byggeforskriften fra 1969 og deretter konstruert bygg-modeller som tilfredsstiller kravene. En beskrivelse av eksisterende bygningsdeler er gitt (for eksempel "Bindingsverksvegg, 10 cm isolasjon"). Videre gis en beskrivelse av tiltakene som må til for å oppgradere bygningene til TEK10 eller Lavenergiklasse 1 (for eksempel "Utvendig etterisolering av vegg – 15 cm isolasjon"). Energibesparelsen for hvert tiltak er beregnet – i tillegg til energibesparelsen

ved å kombinere tiltakene til en TEK10- eller Lavenergi-pakke. For hvert tiltak har vi beregnet kostnader basert på våre egne erfaringstall og kostnadsdatabaser i tillegg til kontroll mot eksterne kostnadsdatabaser. Det er også beregnet kostnader for kombinasjoner av tiltakene til en TEK10- eller Lavenergi-pakke. I tillegg har vi beregnet en enkel indikator for lønnsomhet for hvert av tiltakene og "pakkene".

2. For eksisterende bygg oppført etter byggeforskrift 1985 (1987-revisjonen)

Vi har tatt utgangspunkt i energikravene som var gjeldende i byggeforskriften fra 1985/87 og deretter konstruert bygg-modeller som tilfredsstiller kravene. En beskrivelse av eksisterende bygningsdeler er gitt. Videre gis en beskrivelse av tiltakene som må til for å oppgradere bygningene til TEK10 eller Lavenergiklasse 1. Energibesparelsen for hvert tiltak er beregnet – i tillegg til energibesparelsen ved å kombinere tiltakene til en TEK10- eller Lavenergi-pakke. For hvert tiltak har vi beregnet kostnader basert på våre egne erfaringstall og kostnadsdatabaser i tillegg til kontroll mot eksterne kostnadsdatabaser. Det er også beregnet kostnader for kombinasjoner av tiltakene til en TEK10- eller Lavenergi-pakke. I tillegg har vi beregnet en enkel indikator for lønnsomhet for hvert av tiltakene og "pakkene".

3. For nye bygninger oppført på passivhusnivå og TEK10 nivå

Vi har tatt utgangspunkt i TEK 10 og konstruert byggmodeller for hver bygningskategori som tilfredsstiller kravene. Deretter har vi utviklet tiltakspakker som tilfredsstiller kravene til passivhus i NS 3700/NS 3701. Hvert tiltak beskrives og tilhørende merkostnad er angitt. Energibesparelsen som oppnås ved hjelp av tiltakspakken er også beregnet. I tillegg er tilbakebetalingstiden (simple payback) beregnet.

4. For nye småhus oppført etter byggeforskrift 2010 (TEK10)

Først har vi sett på hva som må til for å tilfredsstille kravet i både TEK97 og TEK10. Kostnader for å oppføre de ulike bygningsdelene er beregnet for både TEK97 og TEK10 ved hjelp av våre egne erfaringstall og kostnadsdatabaser i tillegg til kontroll mot eksterne kostnadsdatabaser. Deretter er merkostnadene beregnet som differansen mellom TEK10 og TEK97.

5. Vurdering av levetider i EN 15459

EN 15459 "Bygningers energiytelse. Økonomisk evalueringsprosedyre for energisystemer i bygninger" omfatter økonomiske beregninger med levetider som input-variabel. En tabell over levetider finnes i vedlegg A til standarden (Annex A). Vi har gått gjennom denne tabellen og kommentert levetidene – samt foreslått levetider som egner seg for bruk i Norge.

3. Definisjoner

- **Lavenergibygge (klasse 1 og klasse 2)** er bygninger med lavt energibehov til oppvarming. Kriterier gis i Norsk Standard NS3700 og NS371.
- **Levert energi** er total energi som leveres til bygningens energisystem for å dekke bygningens samlede energibehov inkludert systemtap som ikke gjenvinnes ("kjøpt energi")
- **Netto energibehov** er en standardisert metode for å beregne en bygningens energibehov uten hensyn til energisystemets virkningsgrad eller tap i energikjeden. Metoden benytter standardiserte inndata fra NS3031 og gir ikke et reelt tall for energibehovet.
- **NS 3031** er en Norsk Standard som angir metode og data for beregning av bygningers energiytelse.
- **Passivhusstandard** er bygninger med svært lavt energibehov til oppvarming. Kriterier gis i Norsk Standard NS3700 og NS3701.
- **TEK** er en forkortelse for Teknisk forskrift til plan og bygningsloven. TEK10 er 2010-utgaven av forskriften. TEK69 er 1969-utgaven av forskriften.

4. Metode

4.1 Workshops og møter

Arbeidet har blitt gjennomført ved hjelp av interne workshops og arbeidsmøter – samt individuelt arbeid gjennom energiberegninger og kostnadsberegninger. De individuelle arbeidene er kvalitetssikret av interne fagpersoner.

Det har blitt avholdt ett referansegruppemøte i løpet av arbeidet. Møtet ble avholdt hos DIBK 16. oktober 2012. Til stede på møtet var

Einar Grendal (Byggmesterforbundet) - Invitert

Nina Aastorp Blindheimsvik (Selvaagbygg) - Invitert

Brita Dagestad (DIBK)

Knut Helge Sandli (DIBK)

Ingeborg Simonsen (SNTEF Byggforsk)

Anders-Johan Almås (Multiconsult)

I referansegruppemøtet ble arbeidsmetodikken og forutsetningene for oppdraget gjennomgått. I tillegg ble det gjennomført en rekke diskusjoner rundt utfordringer med å prise tiltak på eksisterende bygninger, samt å beregne energibesparelser. Det ble også referert til tilsvarende arbeider for kostnads- og energiberegninger.

4.2 Beregninger

Energibesparelser – generelt

Vi har benyttet energisimuleringsprogrammet SIMIEN (utviklet av Programbyggerne). Verdiene som er gjeldende for de ulike tekniske forskriftene settes inn i bygningsmodellene for de ulike bygningskategoriene. Deretter gjøres det simuleringer for å fremskaffe et teoretisk potensial for energibesparelser.

Bygningsmodellene vi benytter oss av er de som ligger til grunn for energirammekravene i TEK – også kalt "TEK-kassene" - hvor det er laget en representativ / sannsynlig bygningsgeometri for hver av de tre bygningskategoriene - enebolig, boligblokk og kontorbygg. I kapittel 6 er det benyttet en annen modell for enebolig. I kapittel 7 er det tatt utgangspunkt i "TEK-kassen" for enebolig (80 m²), men arealene er oppjustert med 25 % for å simulere en enebolig med 100 m² grunnflate.

For alle bygningsmodellene utgjør vindu/dørareal 20 % av bruksareal (BRA). Vindusarealene er noe ulikt fordelt for de ulike bygningstypene. Boligblokk har vinduer mot nord og sør, mens småhus og kontorbygg har vindusareal på alle fasader.

Energibesparelser - Eksisterende bygninger (Multiconsult):

Inndata i bygningsmodellene som representerer TEK69 og TEK85 (1987-revisjonen), og er utgangspunktet for beregning av energibesparelser, er hentet direkte fra krav i disse forskriftene. Dette innebærer at valgte U-verdier ikke nødvendigvis representerer årgangens typiske byggemåte.

Der det var ulike krav for forskjellige konstruksjonstyper i TEK69, er det gjort vurderinger på typisk konstruksjon for bygningskategori, og det er valgt U-verdier for klimasone Oslo.

Forhold som det ikke stilles noe direkte krav til i forskriftene er heller ikke medtatt i bygningsmodellene. Dette gjelder varmegjenvinning for ventilasjon og solavskjerming for begge årganger av forskriftene.

Det er ikke krav til lekkasjetall i TEK69. Her er det valgt lekkasjetall etter vurdering i forhold til tidens byggemåte for den enkelte bygningskategori.

For kuldebroverdier er det benyttet standardverdier hentet fra NS3031 tabell A.4, etter typisk byggemåte for den enkelte bygningskategori.

Som solfaktor for glass har vi benyttet erfaringstall for glasstype som er typisk for vinduer som tilfredsstiller datidens U-verdikrav.

For ventilasjonsluftmengder er det gjort en omregning til hva forskriftenes tekst tilsvarer i $\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ basert på anslag for antall rom som ventileres spesielt (kjøkken, bad, vaskerom etc.) og bygningsmodellenes størrelse. Det er benyttet naturlig ventilasjon i småhus og boligblokk. For kontorbygg er det benyttet avtrekksventilasjon for TEK69 og balansert ventilasjon for TEK85 (1987-revisjonen).

Det er ikke medtatt kjøling i noen av beregningene.

SFP-faktor er anslått basert på typisk ventilasjonssystem.

Som inndata for effekt- og energibehov for belysning, utstyr og varmtvann samt varmetilskudd fra disse og fra personer har vi benyttet tall fra tabell A.1 og A.2 i NS 3031. Disse dataene er uendret i alle beregninger.

Vi har benyttet erfaringstall for dekningsprosent av årlig energibehov for de ulike typene energikilder for varmeløsninger.

Tabell med oversikt over inndata benyttet i modellene som representerer byggeforskrift 1969 og byggeforskrift 1985 (1987-revisjonen) finnes i vedlegg 3. En mer detaljert beskrivelse av vurderingene som ligger til grunn for valg inndata blir for omfattende å ta med i denne rapporten, men kan spores i underlagsfilene for arbeidet.

Energibesparelser – Nybygg TEK10 og Passivhus (SINTEF):

Bygningsmodellene vi benytter oss av er de som ligger til grunn for energirammekravene i nyeste TEK, hvor det er laget en representativ / sannsynlig bygningsgeometri for hver bygningskategori. *Men for småhus er det ved beregning av nybygg ikke benyttet bygningsmodellen som ligger til grunn for energirammekravene i nyeste TEK, men en av bygningsmodellene som ble benyttet under utviklingen av NS 3700.* Bruk av boligmodellen på 175 m² BRA i 2 etasjer er vurdert å være mer representativ for eneboliger enn modellen på 160 m² BRA som ligger til grunn for TEK10. Bytte av bygningsmodell ble avgjort i samråd med oppdragsgiver. Generelt er inndata i beregningene her basert på krav i TEK 10, NS3700/NS3701 og NS3031.

Oversikt over inndata for energiberegningene finnes i vedlegg 4.

Kostnader og lønnsomhetsindikator – Eksisterende bygninger (Multiconsult):

Det er beregnet kostnader på komponentnivå. Interne erfaringstall fra lignende prosjekter og kostnadstall fra eksterne kostnadsdatabaser (for eksempel "Holte Byggsafe") er benyttet.

Når det gjelder variasjon i kostnader har vi kalkulert +/- 30 % for ventilasjon og varmesystem og +/- 20 % for bygningskropp.

Som et eksempel på en kostnadsberegning kan vi ta for oss etterisolering av yttervegg for enebolig som skal oppgraderes fra TEK69 til TEK10. De ulike kostnadstallene er listet opp som vist i tabellen under.

Tabell 4.1: Eksempel på kostnadsberegning for oppgradering.

Eksist. Oppbygning	Tiltak	Enhetspris
	UTVENDIG	
Enebolig		
Bindingsverk med ca 100mm isolasjon, U-verdi 0,40. (BDB 471.012.)	150 mm etterisolering. Ny U-verdi 0,18	

.1	Riving kledning + vindsperre	90
.2	Utforing 98x48 + 48x48 med mer	455
.3	Isolasjon 150 mm	170
.4	Vindsperre	70
.5	Utlekking 23 mm	90
.6	Kledning inkl. tilpassing vindu	380
.7	Overflatebehandling	100
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 590
	Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	500
	Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	850

Deretter beregnes totalkostnaden for hele veggen ved å multiplisere enhetsprisen (totalt inkl. rigg og drift) med antall kvadratmeter ytterveggflate. Da får vi totalkostnaden for tiltaket i NKR. Til slutt deles kostnaden på BRA slik at vi får NKR/BRA. Kostnadene vist i tabellen over er entreprisekostnader eks. mva.

Tallene som blir presentert senere i rapporten (figurer og tabeller) er kostnader inkl. mva., men fortsatt entreprisekostnad. Det betyr at eventuell kostnad for prosjektering kommer i tillegg.

Vi har også laget en lønnsomhetsindikator som beregner totalkostnaden for et tiltak delt på energibesparelsen pr. år (se kap 5). Indikatoren kan sees på som en indikator der lav verdi gir best lønnsomhet. Indikatoren må *ikke* forveksles med tilbakebetalingstid, selv om den har likheter i beregningsmetodikk. Levetider er ikke hensyntatt. Den gir likevel et bilde på hvilke tiltak som lønner seg mest.

Kostnader – Nybygg TEK10 og Passivhus (SINTEF):

Vi har grovt sett benyttet tre kilder for å estimere merkostnader:

1. Kostnadstall fra Holte Prosjekt
2. Erfaringsstall fra passivhusprosjekter vi har vært involvert i.
3. Vi har også fått relativt detaljert kostnadstall for passivhus fra entreprenørselskapet Skanska, som vi har brukt til å sammenligne og verifisere tall fra 1. og 2.

For nybygg på passivhusnivå er det stor variasjon i kostnadstall, og særlig er det usikkerhet i hva som tas med som merkostnad for å bygge passivhus. Ofte er det vanskelig å få disse ut som mer spesifiserte tall enn totalkostnad/m², uten at det er klart hva som er tatt med i disse tallene. Særlig gjelder dette merkostnader for yrkesbygg. Det er beregnet en annen type lønnsomhetsindikator for TEK10 vs. passivhus (se kap. 6), som er mer lik tilbakebetalingstid.

4.3 Rapportering

Kostnadene og energibesparelsene er beregnet som beskrevet i kapittel 2.3 Oppgaveløsning og 4.2 Beregninger. For å oppnå en oversiktlig fremstilling av resultatene har vi valgt å presentere hovedresultater i kapittel 5-8. Mer detaljert informasjon om resterende resultater, input-verdier og nøkkeltall er samlet i vedlegg.

5. Kostnadsoptimalitet eksisterende bygninger

5.1 Generelt

Energi-kravene i TEK69 og TEK85/87 finnes i vedlegg 5.

For hver av bygningstypene og oppgraderingene (totalt 12 varianter) presenterer vi 4 figurer og 2 tabeller. Disse viser:

- Figur 1: Entreprisekostnader pr tiltak (nkr).
- Figur 2: Entreprisekostnader pr tiltak (nkr/BRA).
- Figur 3: Energibesparelser pr tiltak (kWh/m²år).
- Figur 4: Lønnsomhetsindeks (entreprisekostnad/energibesparelse pr år)
- Tabell 1: Sammenstilling av entreprisekostnader (nkr og nkr/BRA), energibesparelser (kWh/m²år) og lønnsomhetsindeks for alle tiltak.
- Tabell 2: Entreprisekostnader, energibesparelser og lønnsomhetsindeks for "pakkeløsninger" av ulike tiltak for å oppnå TEK10 eller Lavenergistandard klasse 1.

I kostnadsberegningene er det medtatt kostnader for riving, rigg og drift inklusiv mva. Eventuelle prosjekteringskostnader er ikke medtatt.

Generelle kommentarer til de ulike bygningsdelene følger under:

Yttervegg:

For enebolig er tiltakene på yttervegg delt i utvendig og innvendig isolering. Utvendig isolering vil ofte medføre tilleggsarbeider i form av forlengelse av takutstikk både langs gavlvegg og langvegg. Dette er medtatt som tilleggskostnader. Det er her forutsatt at tilleggsarbeidene blir gjennomført ved takomlegging og at dette gjøres samtidig med tiltak tilleggisolering fasade.

Arbeider for å oppnå tetthets- og kuldebrokravet er medtatt for utvendig etterisolering. Når det gjelder innvendig etterisolering vil det være vanskelig å oppnå tilstrekkelig tetthet, samt å eliminere kuldebroene. Kostnadene for innvendig etterisolering inkluderer derfor tetthets- og kuldebroarbeider - "så langt det lar seg gjøre i praksis". For boligblokk og kontorbygg er det kun medtatt utvendig etterisolering og tilleggsarbeider.

Tak:

For enebolig er det gjort beregninger for tre alternative utbedringer av tak; utvendig og innvendig isolering, samt isolering av etasjeskiller mot loft. For boligblokk og kontorbygg er det kun medtatt utvendig isolering, som er mest representativt. Det kan være verdt å nevne at etterisolering av tak kan medføre økt snølast på tak. Eventuelle ekstrakostnader for forsterkninger av takkonstruksjonen som følge av dette er ikke medtatt i våre kalkyler.

Gulv:

I de aller fleste tilfeller er ikke romhøyden stor nok til at det kan isoleres direkte på eksisterende dekke. Vi har derfor beregnet kostnader og energibesparelse for fjerning av eksisterende beleg, påstøp, evt. isolasjon og underliggende drenerende masser før oppføring av nye drenerende masser, isolasjon, påstøp og beleg. Dette er et relativt kostbart alternativ. I enkelte tilfeller kan det være mulig å isolere direkte på eksisterende gulv, noe som vil være svært mye rimeligere. Siden innvendig romhøyde, innredning, terskler etc. ofte gjør dette vanskelig har vi ikke tatt dette med som tiltak.

Vindu/dør:

For vinduer/dører er det beregnet utskifting av alle vinduer. Dette gjelder alle bygningskategorier.

Kuldebroer:

I praksis er det nærmest umulig å kun utbedre kuldebroene i et bygg for å oppnå de strenge kravene i TEK10 og Lavenergistandarden. Vi har derfor ikke kunnet beregne kostnader kun for kuldebroer. Kuldebro-kostnadene er medtatt i beregningene for de andre bygningsdelene (vegg, tak, vindu, golv).

Det er derimot mulig å beregne teoretiske energibesparelser for kun utbedring av kuldebroene. Energibesparelse er derfor vist for denne parameteren.

Tetthet:

I praksis er det nærmest umulig å kun gjøre enkle tiltak for å forbedre tettheten i et bygg for å oppnå de strenge kravene i TEK10 og Lavenergistandarden. For å oppnå tette detaljer mellom bygningsdelene kreves det såpass store inngrep i bygningsdelene at tiltakene må kombineres med å utbedre også bygningsdelene. Vi har derfor ikke kunnet beregne kostnader kun for små tiltak som skal oppfylle tetthetskravene. Tetthets-kostnadene er medtatt i beregningene for de andre bygningsdelene (vegg, tak, vindu, golv).

Vi har derimot beregnet kostnader for et typisk tetttiltak - utskifting av fugetetting rundt dører og vinduer. Å beregne tiltakets bidrag til tettheten i bygget er bortimot umulig. Derfor er ikke energibesparelser for dette tiltaket medtatt.

Der er derimot mulig å beregne teoretiske energibesparelse for kun utbedring av tetthet. Potensiell energibesparelse er derfor vist for tetthet.

Ventilasjon:

For enebolig og boligblokk er det valgt et alternativ – installering av balansert ventilasjon. Det er også medtatt en post for tilleggsarbeider som er typiske for oppgradering av ventilasjon av boliger. For kontorbygg er det valgt to alternativer.

A: Nytt balansert ventilasjonssystem med roterende varmegjenvinner.

B: Tilsvarende som A, men med batteri- og varmepumpegjenvinner.

Det er også gjort kostnadsberegninger for tilleggsarbeider for både A og B.

Solskjerming:

Når det gjelder solskjerming er det valgt utvendig system med styring for alle bygningskategorier.

Energiberegningene for solskjerming som enkelttiltak byr på problemer. I SIMIEN får vi en negativ energibesparelse ved kun å montere solskjerming. Dette gjelder alle bygningskategoriene. Det er først i kombinasjon med andre tiltak at energibesparelsen kommer til sin rett. Dette kan sannsynligvis forklares med at solskjermingen hindrer solvarme å komme inn i bygget noe som gir et økt energibehov, samt at energiberegningene for solskjerming ikke er spesielt gode i SIMIEN.

Varmeløsninger:

For enebolig er det beregnet kostnader og energibesparelser for tre alternativ:

- 1A: Installering av vannbårent anlegg, energibrønner og varmepumpe. El som spisslast.
- 1B: Luft til luft varmepumpe og nye panelovner med termostat.
- 2: Oppgradering av eksisterende vannbårent anlegg med energibrønn og varmepumpe. El som spisslast.

Alternativ 1A kan gi negativ energibesparelse dersom bygget går fra elektrisitet til fjernvarme. Dette skyldes større energitap i fjernvarme/vannbårent anlegg.

Alternativ 1B vil i praksis ikke klare kravene i Lavenergistandarden. Tiltaket er derfor oppført med ingen energibesparelse eller lønnsomhetsindeks når det gjelder oppgradering til lavenergistandard.

For boligblokk og kontorbygg er det beregnet kostnader og energibesparelser for fire alternativ:

- 1A: Vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning.
- 1B: Vannbårent anlegg med energibrønner og varmepumpe. El som spisslast.
- 2A: Oppgradering av vannbårent anlegg og fjernvarmetilknytning.
- 2B: Oppgradering vannbårent anlegg + energibrønner og varmepumpe. El som spisslast.

Det er også beregnet tilleggskostnader for de ulike alternativene.

Alle tiltak:

Det er også summert kostnader og energibesparelser for alle tiltak.

For boliger er det medtatt utvendig etterisolering av yttervegg, innvendig etterisolering av tak, isolering av gulv, utskifting av vinduer og installering av balansert ventilasjon, samt en av de tre varmeløsningene 1A, 1B eller 2. Tilleggskostnader for ventilasjon og varmeløsning er medtatt.

For boligblokk er det medtatt utvendig etterisolering av yttervegg, utvendig etterisolering av tak, isolering av gulv, utskifting av vinduer og installering av balansert ventilasjon, samt en av de fire varmeløsningene 1A, 1B, 2A eller 2B. Tilleggskostnader for ventilasjon og varmeløsning er medtatt.

For kontorbygg er det medtatt utvendig etterisolering av yttervegg, utvendig etterisolering av tak, isolering av gulv, utskifting av vinduer samt en kombinasjon av ventilasjon og varmeløsning

- A + 1A
- A + 1B
- B + 2A
- B + 2B

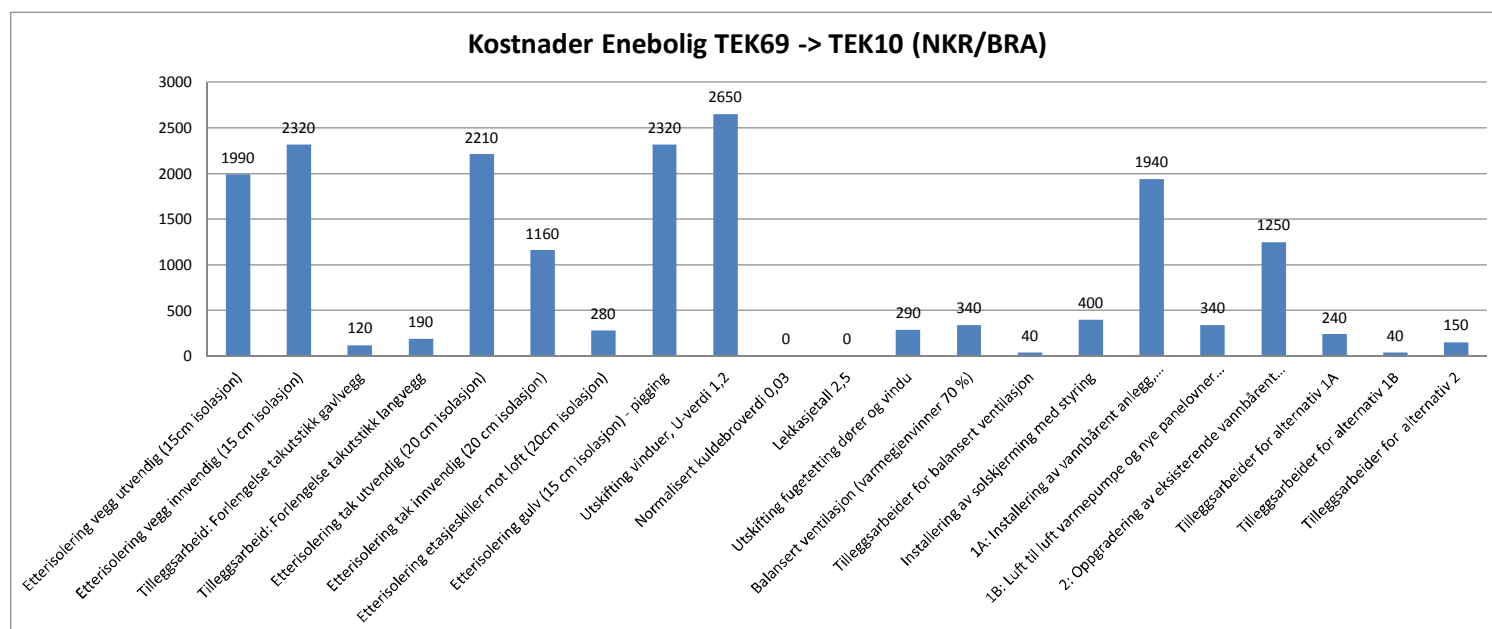
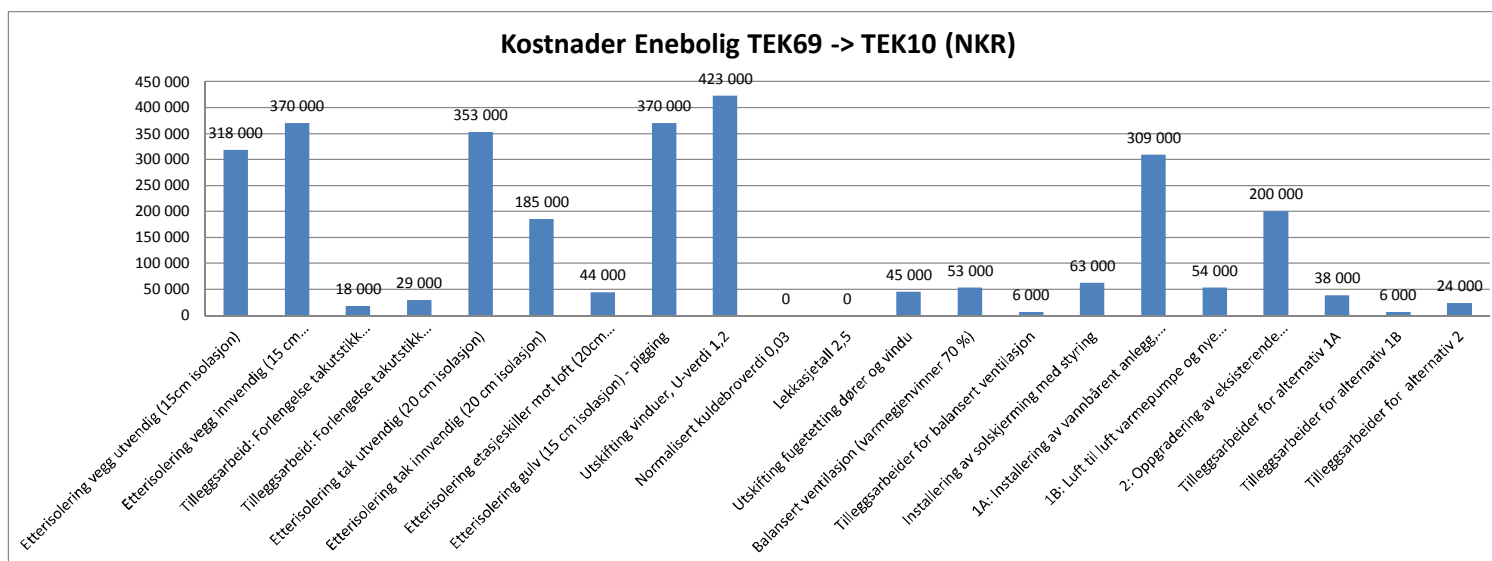
Tilleggskostnader for ventilasjon og varmeløsning er medtatt.

5.2 Presentasjon av tallmateriale (tabeller og figurer følger på de neste sidene)

1969

TEK10

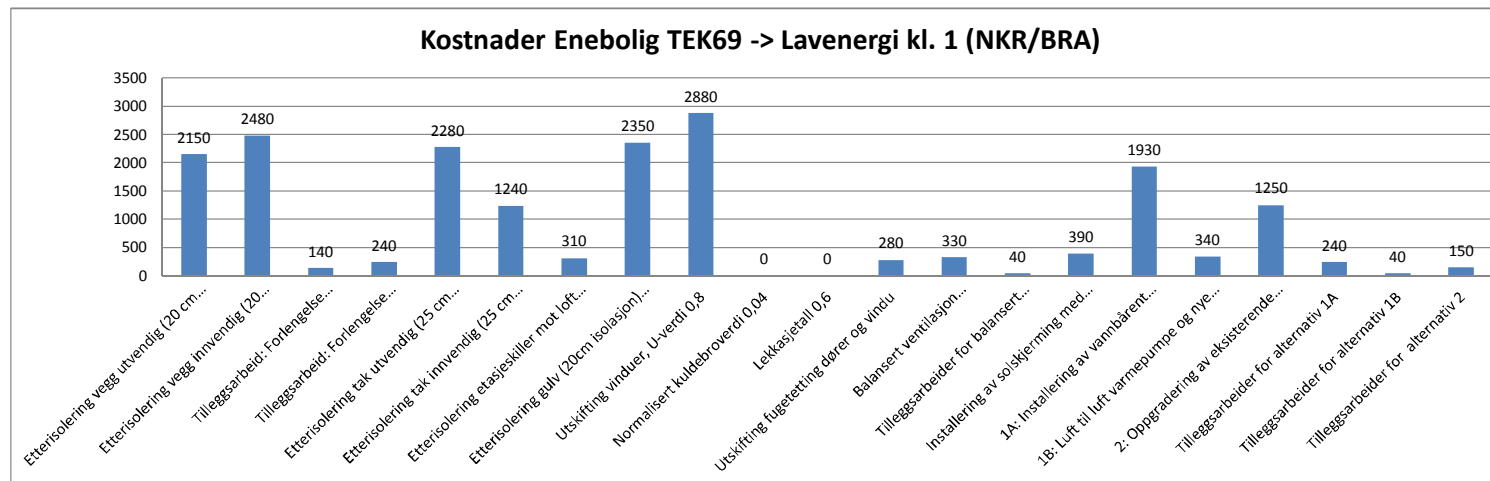
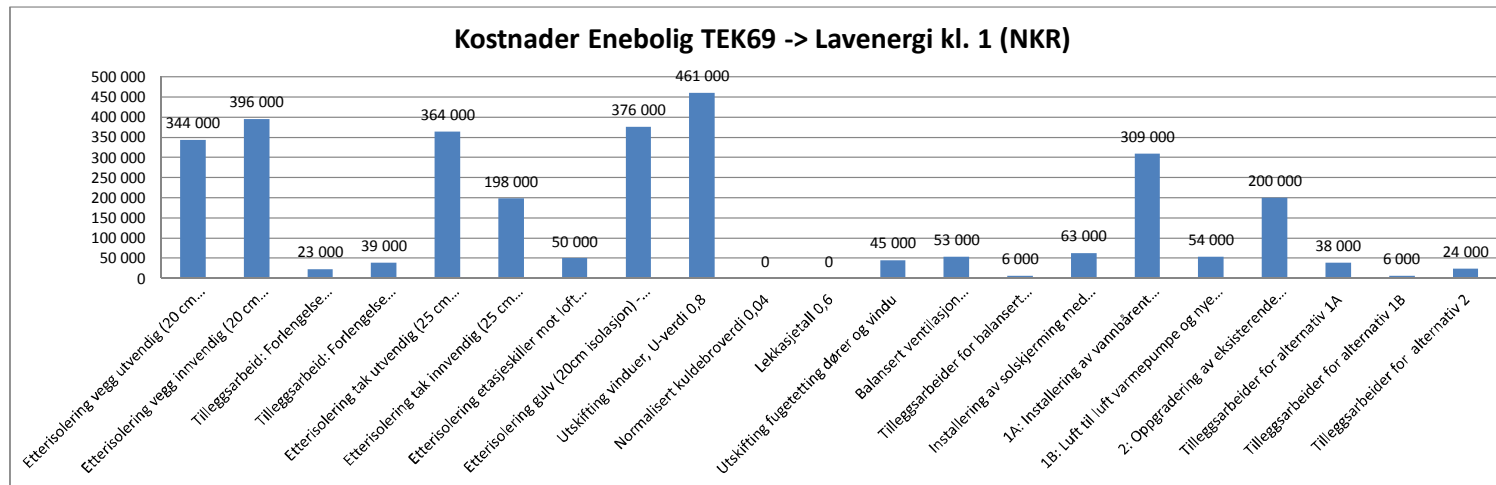
ENEBOILIG		BRA			160 m2			Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva				Energi- besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Eksisterende situasjon	Tiltak	Enhet	Mengde	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy	nkr/BRA					
Bindingsverksvegg med 10cm isolasjon	Etterisolering vegg utvendig (15cm isolasjon)	m²	160	1590	203 000	254 000	305 000	254 000	318 000	381 000	1990	52	38			
	Etterisolering vegg innvendig (15 cm isolasjon)	m²	160	1850	237 000	296 000	355 000	296 000	370 000	444 000	2320	52	44			
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	lm	18	750	11 000	14 000	17 000	14 000	18 000	21 000	120					
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	lm	18	1275	18 000	23 000	28 000	23 000	29 000	35 000	190					
Tretak med 15 cm isolasjon	Etterisolering tak utvendig (20 cm isolasjon)	m²	90	3130	226 000	282 000	338 000	283 000	353 000	423 000	2210	23	96			
	Etterisolering tak innvendig (20 cm isolasjon)	m²	90	1640	118 000	148 000	178 000	148 000	185 000	223 000	1160	23	50			
	Etterisolering etasjeskiller mot loft (20cm isolasjon)	m²	90	390	28 000	35 000	42 000	35 000	44 000	53 000	280	23	12			
Gulv på grunn med 5 cm isolasjon	Etterisolering gulv (15 cm isolasjon) - pigging	m²	80	3 700	237 000	296 000	355 000	296 000	370 000	444 000	2320	19	124			
U-verdi 2,80	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2	m²	32	10560	270 000	338 000	406 000	338 000	423 000	508 000	2650	41	64			
Normalisert kuldebroverdi 0,05	Normalisert kuldebroverdi 0,03	m²			0	0	0	0	0	0	0	2				
Lekkasjetall 5	Lekkasjetall 2,5	m²			0	0	0	0	0	0	0	12				
	Utskifting fugetetting dører og vindu	m²	32	1119	29 000	36 000	43 000	36 000	45 000	54 000	290					
Avtrekk (pipe eller mek.). Tilluft fra vindu/ventil.	Balansert ventilasjon (varmegjenvinner 70 %)	m²	160	264	29 000	42 000	55 000	36 000	53 000	69 000	340	8	41			
	Tilleggsarbeider for balansert ventilasjon	m²	160	32	4 000	5 000	7 000	5 000	6 000	9 000	40					
-	Installering av solskjerming med styring	m²	32	1550	40 000	50 000	60 000	50 000	63 000	75 000	400	-12	-33			
Elektriske panelovner/stråleovner	1A: Installering av vannbårent anlegg, energibrønner og varmepumpe. El som spisslast.	m²	160	1543	173 000	247 000	321 000	216 000	309 000	401 000	1940	135	14			
Elektriske panelovner/stråleovner	1B: Luft til luft varmepumpe og nye panelovner med termostat	m²	160	267	30 000	43 000	56 000	38 000	54 000	70 000	340	62	5			
Vannbårent varmeanlegg, oljefyrt kjel	2: Oppgradering av eksisterende vannbårent anlegg med energibrønn og varmepumpe. El som spisslast	m²	160	998	112 000	160 000	208 000	140 000	200 000	260 000	1250	160	8			
	Tilleggsarbeider for alternativ 1A	m²	160	185	21 000	30 000	39 000	26 000	38 000	49 000	240					
	Tilleggsarbeider for alternativ 1B	m²	160	32	4 000	5 000	7 000	5 000	6 000	9 000	40					
	Tilleggsarbeider for alternativ 2	m²	160	120	13 000	19 000	25 000	16 000	24 000	31 000	150					
Alle tiltak Varmeløsning 1A					1 095 000	1 410 000	1 726 000	1 369 000	1 763 000	2 158 000	11020	206	53			
Alle tiltak Varmeløsning 1B					935 000	1 181 000	1 429 000	1 169 000	1 476 000	1 786 000	9230	173	53			
Alle tiltak Varmeløsning 2					1 026 000	1 312 000	1 599 000	1 283 000	1 640 000	1 999 000	10250	231	44			

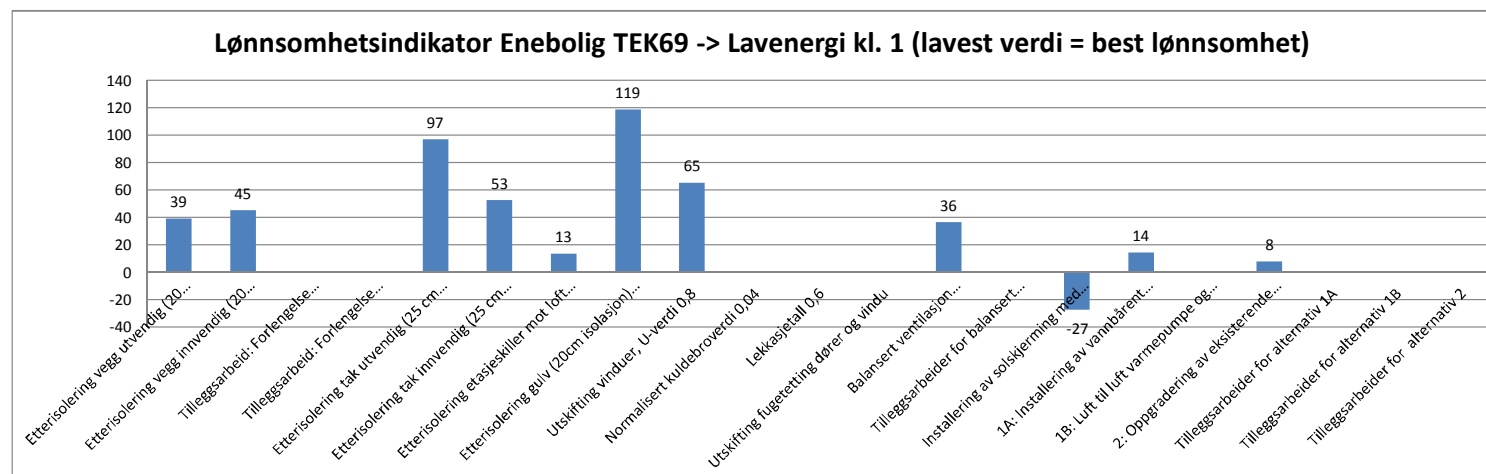
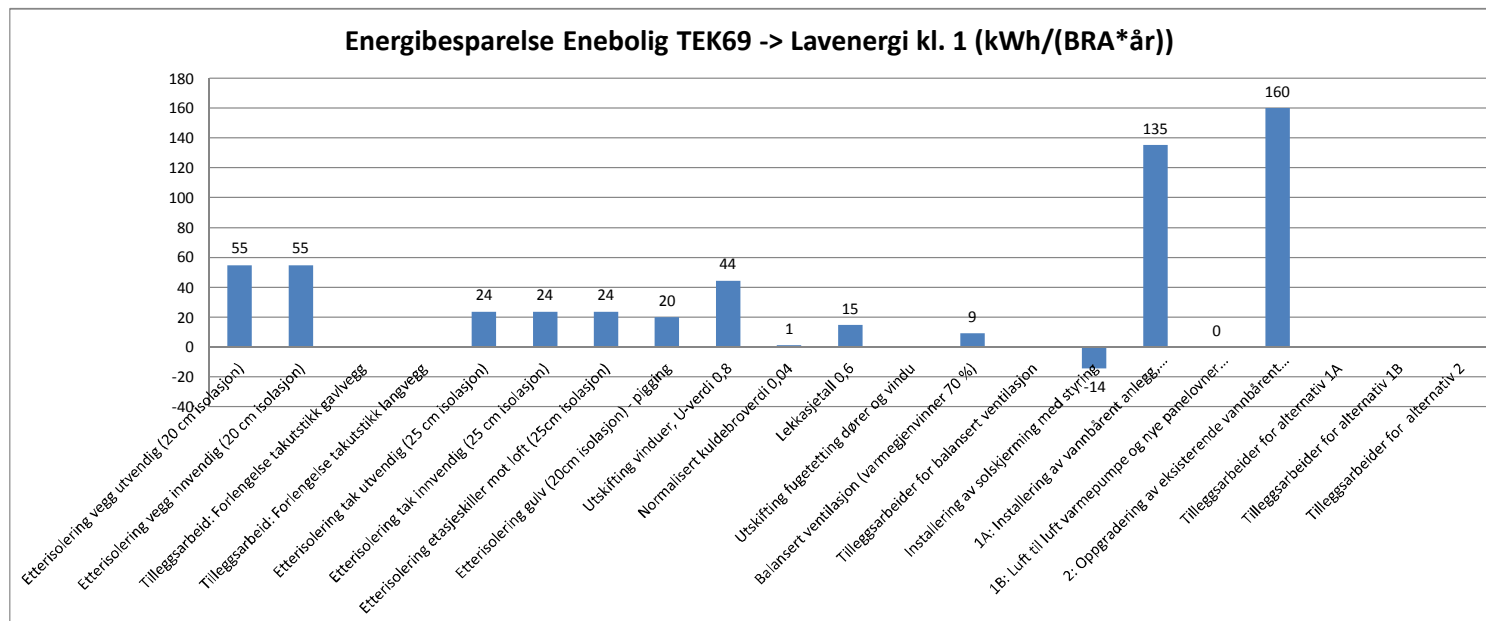


1969

Lavenergi

ENEBOLOG		Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva				Energi- besp. kWh/BTAår	Lønnsomhet
Tiltak	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy	nkr/BTA		
Etterisolering vegg utvendig (20 cm isolasjon)	1720	220 000	275 000	330 000	275 000	344 000	413 000	2150	55	39
Etterisolering vegg innvendig (20 cm isolasjon)	1980	254 000	317 000	380 000	318 000	396 000	475 000	2480	55	45
Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	975	14 000	18 000	22 000	18 000	23 000	28 000	140		
Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	1725	25 000	31 000	37 000	31 000	39 000	46 000	240		
Etterisolering tak utvendig (25 cm isolasjon)	3230	233 000	291 000	349 000	291 000	364 000	436 000	2280	24	97
Etterisolering tak innvendig (25 cm isolasjon)	1750	126 000	158 000	190 000	158 000	198 000	238 000	1240	24	53
Etterisolering etasjeskiller mot loft (25cm isolasjon)	440	32 000	40 000	48 000	40 000	50 000	60 000	310	24	13
Etterisolering gulv (20cm isolasjon) - pigging	3 760	241 000	301 000	361 000	301 000	376 000	451 000	2350	20	119
Utskifting vinduer, U-verdi 0,8	11540	295 000	369 000	443 000	369 000	461 000	554 000	2880	44	65
Normalisert kuldebroverdi 0,04		0	0	0	0	0	0	0	1	
Lekkasjetall 0,6		0	0	0	0	0	0	0	15	
Utskifting fugetetting dører og vindu	1119	29 000	36 000	43 000	36 000	45 000	54 000	280		
Balansert ventilasjon (varmegjenvinner 70 %)	264	29 000	42 000	55 000	36 000	53 000	69 000	330	9	36
Tilleggsarbeider for balansert ventilasjon	32	4 000	5 000	7 000	5 000	6 000	9 000	40		
Installering av solskjerming med styring	1550	40 000	50 000	60 000	50 000	63 000	75 000	390	-14	-27
1A: Installering av vannbårent anlegg, energibrønner og varmepumpe. El som spisslast.	1543	173 000	247 000	321 000	216 000	309 000	401 000	1930	135	14
1B: Luft til luft varmepumpe og nye panelovner med termostat	267	30 000	43 000	56 000	38 000	54 000	70 000	340	-	
2: Oppgradering av eksisterende vannbårent anlegg med energibrønn og varmepumpe. El som spisslast	998	112 000	160 000	208 000	140 000	200 000	260 000	1250	160	8
Tilleggsarbeider for alternativ 1A	185	21 000	30 000	39 000	26 000	38 000	49 000	240		
Tilleggsarbeider for alternativ 1B	32	4 000	5 000	7 000	5 000	6 000	9 000	40		
Tilleggsarbeider for alternativ 2	120	13 000	19 000	25 000	16 000	24 000	31 000	150		
Alle tiltak Varmeløsning 1A		1 109 000	1 427 000	1 746 000	1 386 250	1 783 750	2 182 500	11150	220	51
Alle tiltak Varmeløsning 1B		949 000	1 198 000	1 449 000	1 186 250	1 497 500	1 811 250	9360	-	
Alle tiltak Varmeløsning 2		1 040 000	1 329 000	1 619 000	1 300 000	1 661 250	2 023 750	10380	244	43

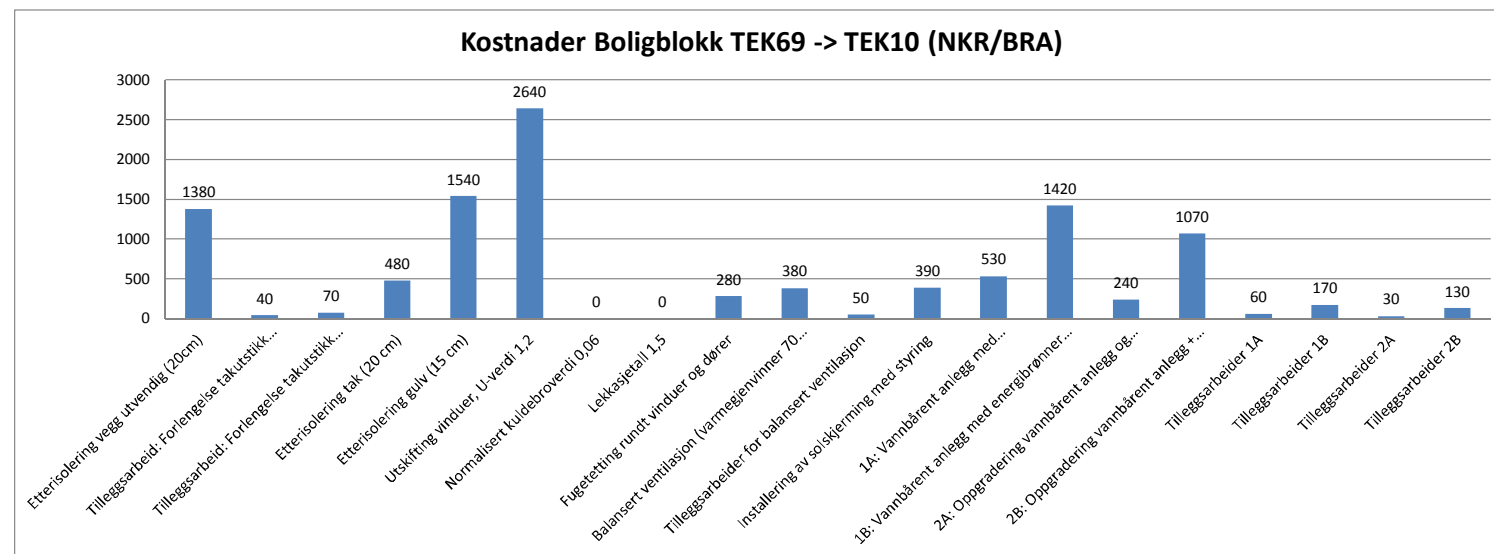
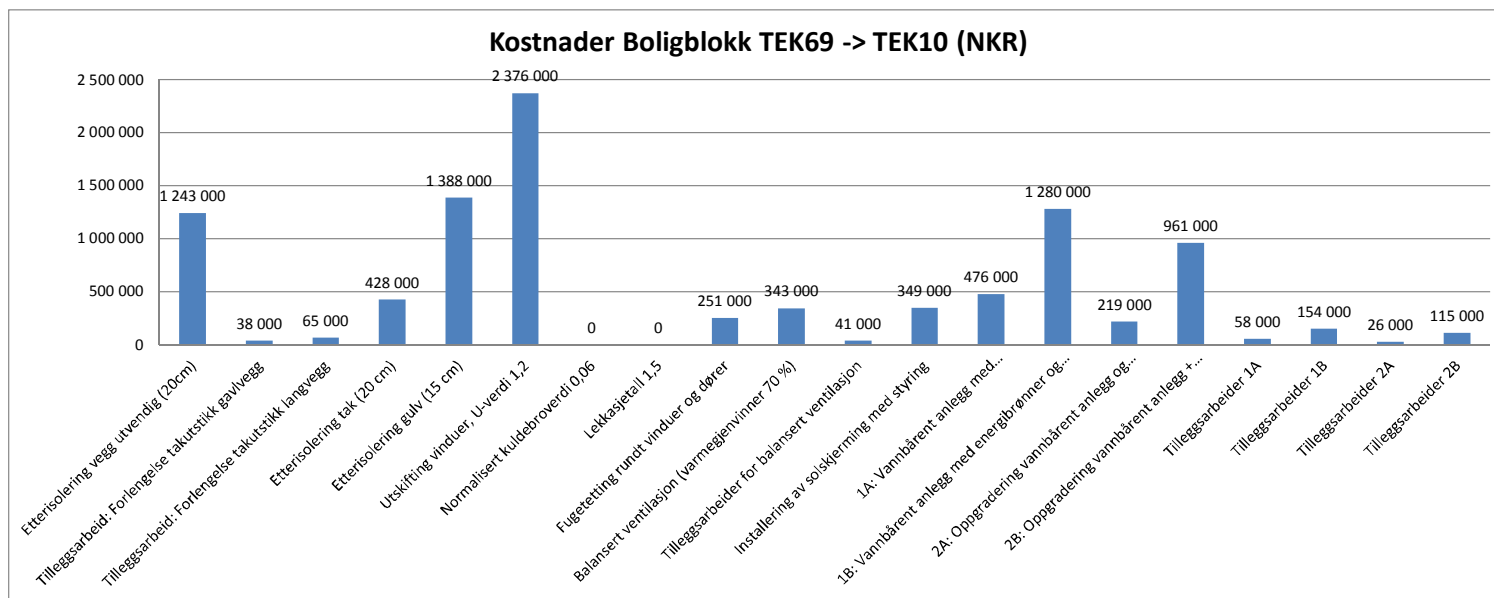




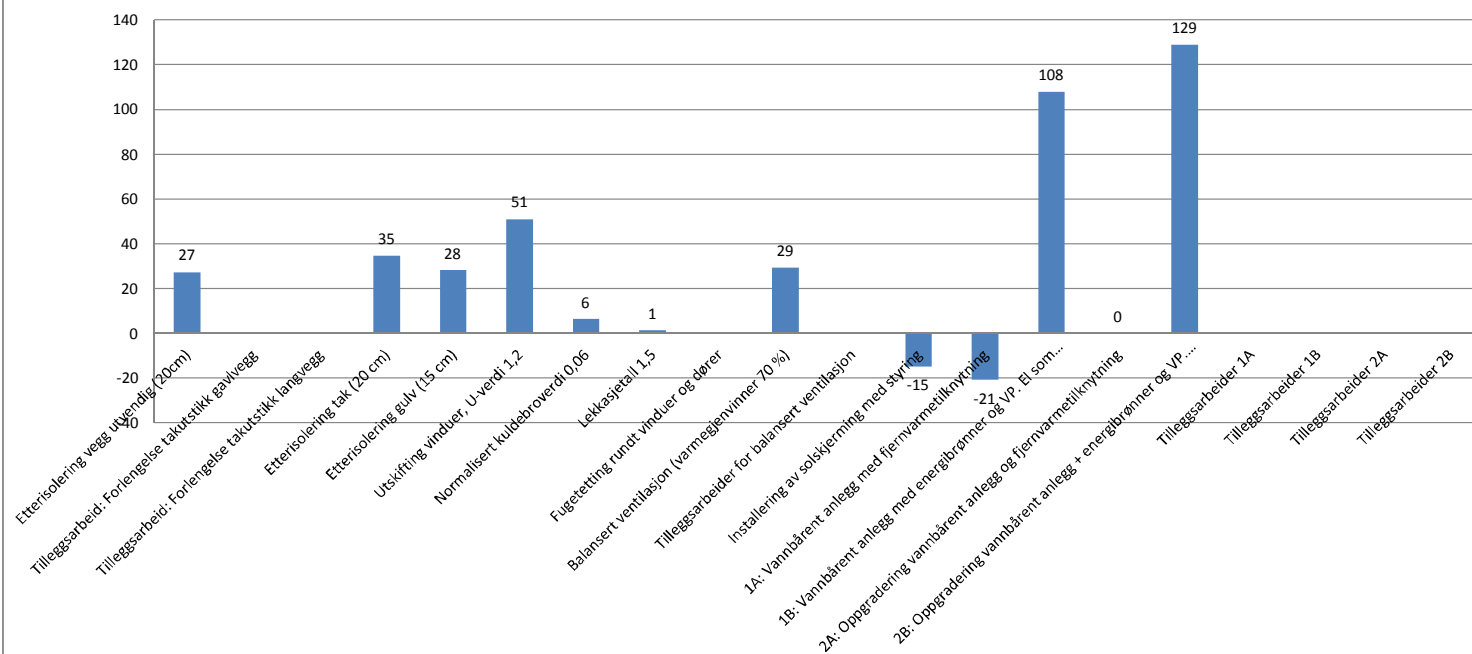
1969

TEK10

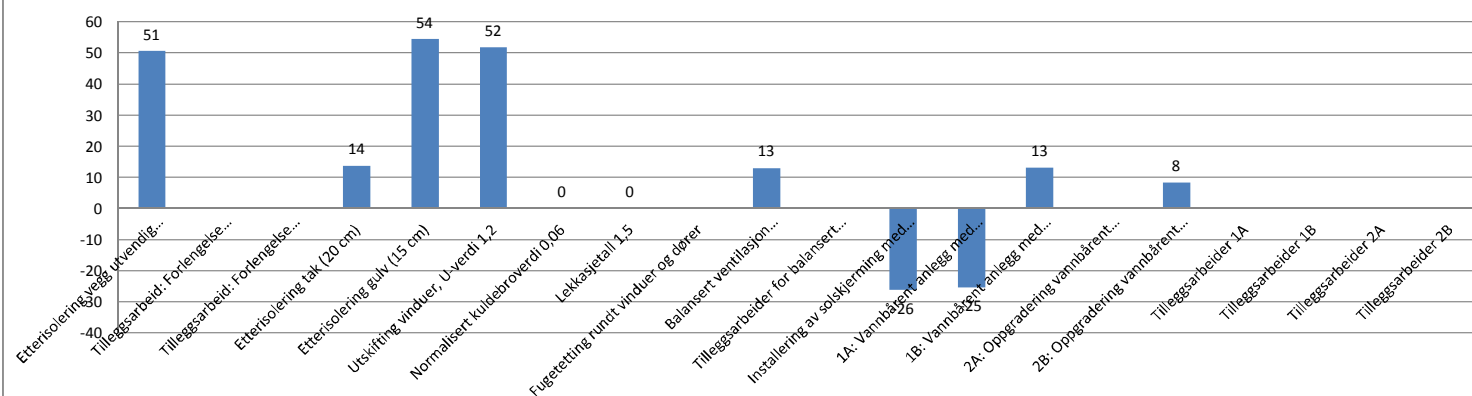
BOLIGBLOKK		BRA 900 m2			Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva			nkr/BRA	Energi besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Eksisterende situasjon	Tiltak	Enhet	Mengde	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy			
Mur eller betong med	Etterisolering vegg utvendig (20cm)	m ²	458	2 170	795 000	994 000	1 193 000	994 000	1 243 000	1 491 000	1380	27	51
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	lm	35	845	24 000	30 000	36 000	30 000	38 000	45 000	40		
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	lm	35	1495	42 000	52 000	62 000	53 000	65 000	78 000	70		
Kompakttak, 10 cm skumplastisolasjon	Etterisolering tak (20 cm)	m ²	300	1 140	274 000	342 000	410 000	343 000	428 000	513 000	480	35	14
Gulv på grunn, 5 cm isolasjon	Etterisolering gulv (15 cm)	m ²	300	3 700	888 000	1 110 000	1 332 000	1 110 000	1 388 000	1 665 000	1540	28	54
Vinduer U-verdi 2,8	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2	m ²	180	10560	1 521 000	1 901 000	2 281 000	1 901 000	2 376 000	2 851 000	2640	51	52
Normalisert kuldebroverdi 0,12	Normalisert kuldebroverdi 0,06	m ²			0	0	0	0	0	0	0	6	0
Lekkasjetall 3	Lekkasjetall 1,5	m ²			0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Fugetetting rundt vinduer og dører	m ²	180	1119	161 000	201 000	241 000	201 000	251 000	301 000	280		
Avtrekk (pipe eller mek.). Tilluft fra vindu/ventil.	Balansert ventilasjon (varmegjenvinner 70 %)	m ²	900	304	192 000	274 000	356 000	240 000	343 000	445 000	380	29	13
	Tilleggsarbeider for balansert ventilasjon	m ²	900	37	23 000	33 000	43 000	29 000	41 000	54 000	50		
Ingen solskjerming	Installering av solskjerming med styring	m ²	180	1550	223 000	279 000	335 000	279 000	349 000	419 000	390	-15	-26
Elektriske panelovner/stråleovner	1A: Vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning	m ²	900	423	267 000	381 000	495 000	334 000	476 000	619 000	530	-21	-25
Elektriske panelovner/stråleovner	1B: Vannbårent anlegg med energibrønner og VP. El som spisslast	m ²	900	1138	717 000	1 024 000	1 331 000	896 000	1 280 000	1 664 000	1420	108	13
Vannbåren varme. Elkjel eller oljekjel	2A: Oppgradering vannbårent anlegg og fjernvarmetilknytning	m ²	900	194	123 000	175 000	228 000	154 000	219 000	285 000	240	0	
Vannbåren varme. Elkjel eller oljekjel	2B: Oppgradering vannbårent anlegg + energibrønner og VP. El som spisslast.	m ²	900	854	538 000	769 000	1 000 000	673 000	961 000	1 250 000	1070	129	8
	Tilleggsarbeider 1A	m ²	900	51	32 000	46 000	60 000	40 000	58 000	75 000	60		
	Tilleggsarbeider 1B	m ²	900	137	86 000	123 000	160 000	108 000	154 000	200 000	170		
	Tilleggsarbeider 2A	m ²	900	23	15 000	21 000	27 000	19 000	26 000	34 000	30		
	Tilleggsarbeider 2B	m ²	900	102	64 000	92 000	120 000	80 000	115 000	150 000	130		
Alle tiltak Varmeløsning 1A					3 992 000	5 081 000	6 170 000	4 990 000	6 351 000	7 713 000	7060	119	59
Alle tiltak Varmeløsning 1B					4 496 000	5 801 000	7 106 000	5 620 000	7 251 000	8 883 000	8060	166	49
Alle tiltak Varmeløsning 2A					3 831 000	4 850 000	5 870 000	4 789 000	6 063 000	7 338 000	6740	140	48
Alle tiltak Varmeløsning 2B					4 295 000	5 515 000	6 735 000	5 369 000	6 894 000	8 419 000	7660	187	41



Energibesparelse Boligblokk TEK69 -> TEK10 (kWh/(BRA*år))



Lønnsomhetsindikator Boligblokk TEK69 -> TEK10 (lavest verdi = best lønnsomhet)

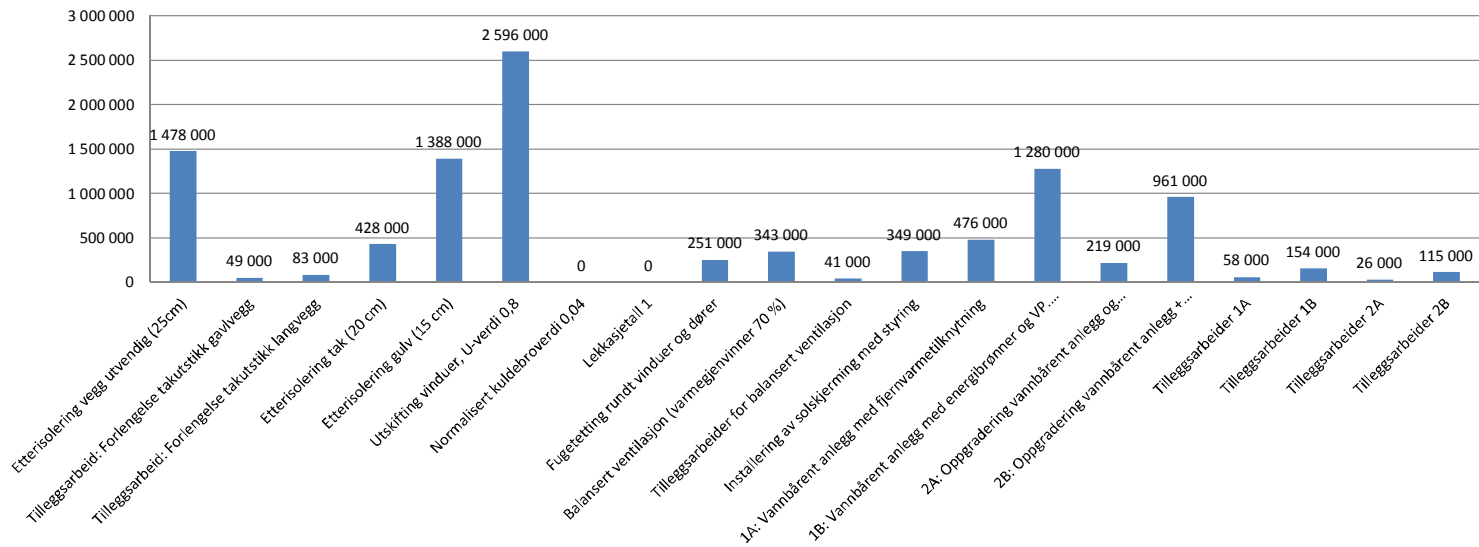


1969

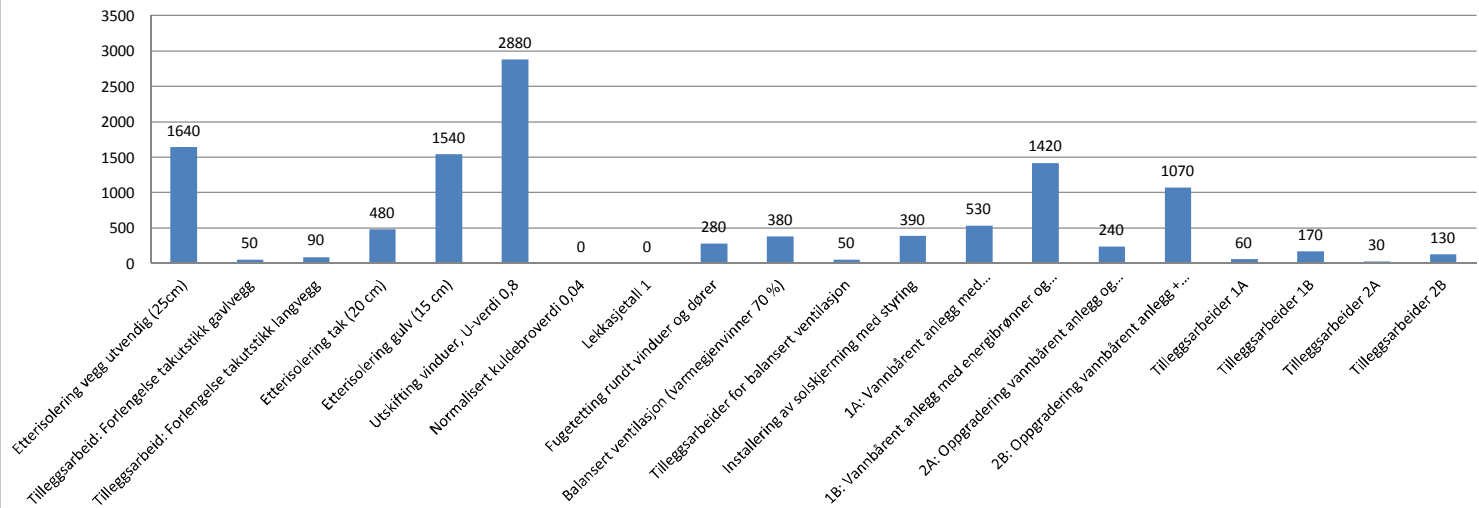
Lavenergi

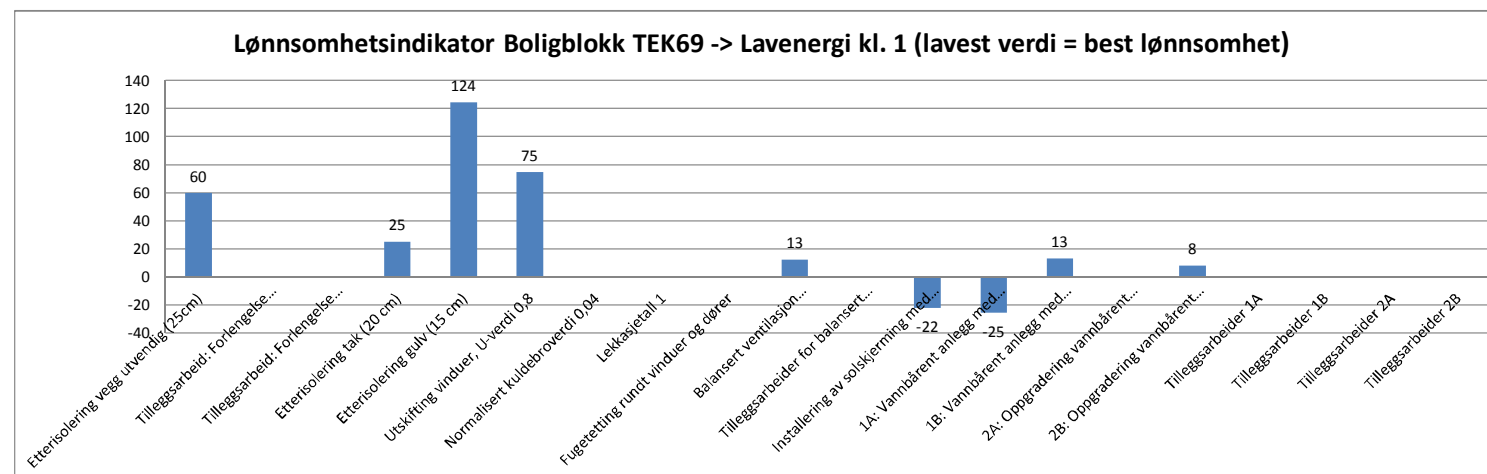
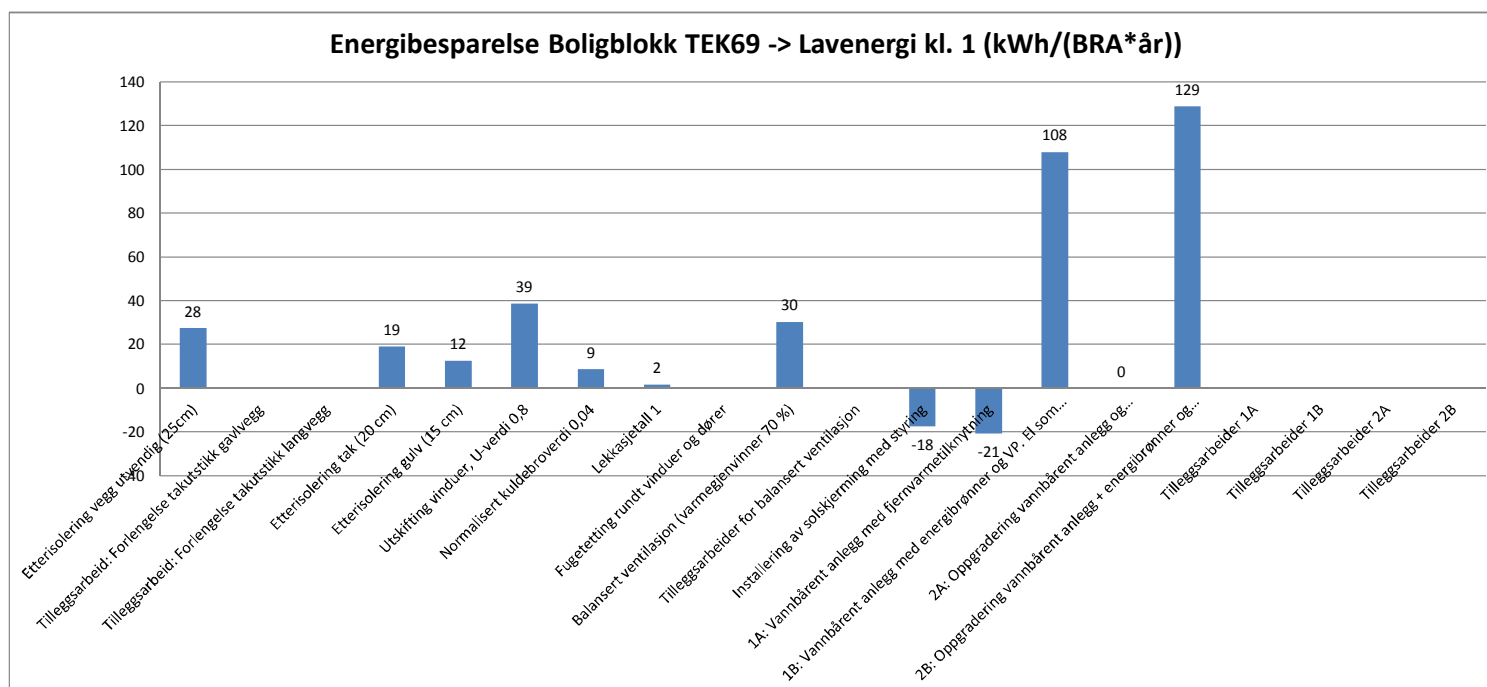
BOLIGBLOKK											
Tiltak	Enh.pris	Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva				Energi- besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet	
		Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy	nkr/BRA			
Etterisolering vegg utvendig (25cm)	2 580	946 000	1 182 000	1 418 000	1 183 000	1 478 000	1 773 000	1640	28	60	
Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	1105	31 000	39 000	47 000	39 000	49 000	59 000	50			
Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	1885	53 000	66 000	79 000	66 000	83 000	99 000	90			
Etterisolering tak (20 cm)	1 140	274 000	342 000	410 000	343 000	428 000	513 000	480	19	25	
Etterisolering gulv (15 cm)	3 700	888 000	1 110 000	1 332 000	1 110 000	1 388 000	1 665 000	1540	12	124	
Utskifting vinduer, U-verdi 0,8	11540	1 662 000	2 077 000	2 492 000	2 078 000	2 596 000	3 115 000	2880	39	75	
Normalisert kuldebroverdi 0,04		0	0	0	0	0	0	0	9		
Lekkasjetall 1		0	0	0	0	0	0	0	2		
Fugetetting rundt vinduer og dører	1119	161 000	201 000	241 000	201 000	251 000	301 000	280			
Balansert ventilasjon (varmegjenvinner 70 %)	304	192 000	274 000	356 000	240 000	343 000	445 000	380	30	13	
Tilleggsarbeider for balansert ventilasjon	37	23 000	33 000	43 000	29 000	41 000	54 000	50			
Installering av solskjerming med styring	1550	223 000	279 000	335 000	279 000	349 000	419 000	390	-18	-22	
1A: Vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning	423	267 000	381 000	495 000	334 000	476 000	619 000	530	-21	-25	
1B: Vannbårent anlegg med energibrønner og VP. El som spisslast	1138	717 000	1 024 000	1 331 000	896 000	1 280 000	1 664 000	1420	108	13	
2A: Oppgradering vannbårent anlegg og fjernvarmetilknytning	194	123 000	175 000	228 000	154 000	219 000	285 000	240	0		
2B: Oppgradering vannbårent anlegg + energibrønner og VP. El som spisslast.	854	538 000	769 000	1 000 000	673 000	961 000	1 250 000	1070	129	8	
Tilleggsarbeider 1A	51	32 000	46 000	60 000	40 000	58 000	75 000	60			
Tilleggsarbeider 1B	137	86 000	123 000	160 000	108 000	154 000	200 000	170			
Tilleggsarbeider 2A	23	15 000	21 000	27 000	19 000	26 000	34 000	30			
Tilleggsarbeider 2B	102	64 000	92 000	120 000	80 000	115 000	150 000	130			
Alle tiltak Varmeløsning 1A		4 284 000	5 445 000	6 606 000	5 355 000	6 806 000	8 258 000	7560	135	56	
Alle tiltak Varmeløsning 1B		4 788 000	6 165 000	7 542 000	5 985 000	7 706 000	9 428 000	8560	173	49	
Alle tiltak Varmeløsning 2A		4 123 000	5 214 000	6 306 000	5 154 000	6 518 000	7 883 000	7240	155	47	
Alle tiltak Varmeløsning 2B		4 587 000	5 879 000	7 171 000	5 734 000	7 349 000	8 964 000	8170	194	42	

Kostnader Boligblokk TEK69 -> Lavenergi kl. 1 (NKR)



Kostnader Boligblokk TEK69 -> Lavenergi kl. 1 (NKR/BRA)

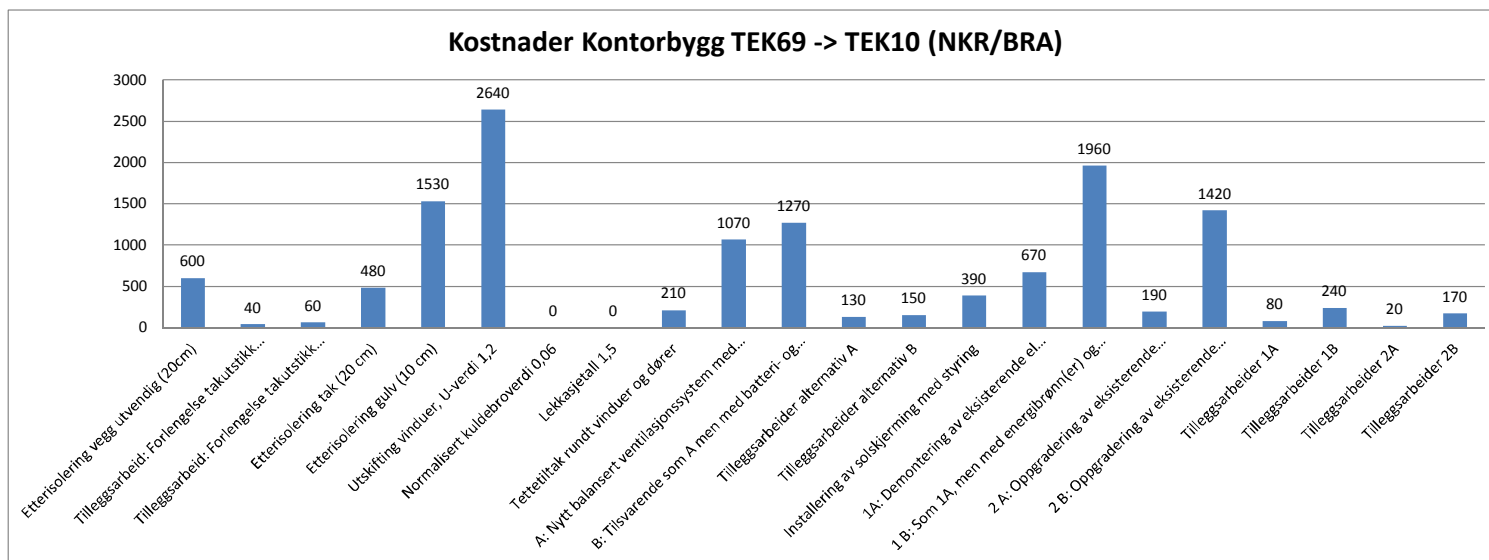
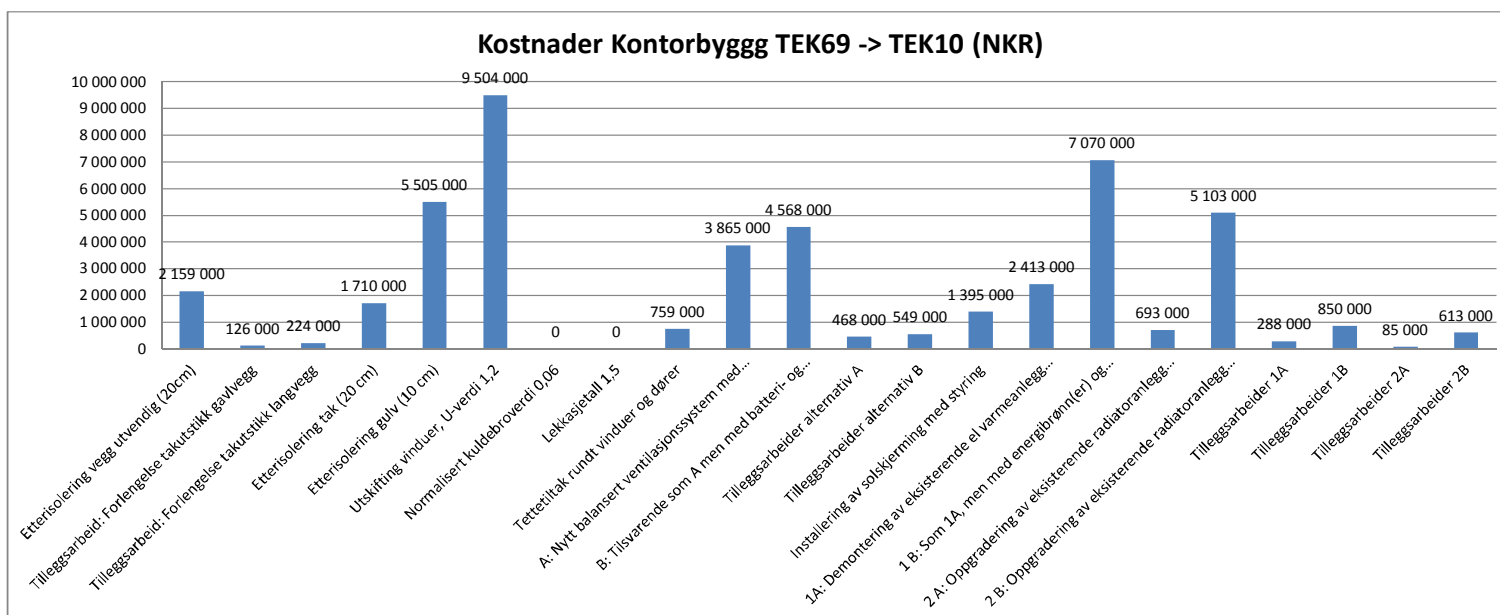


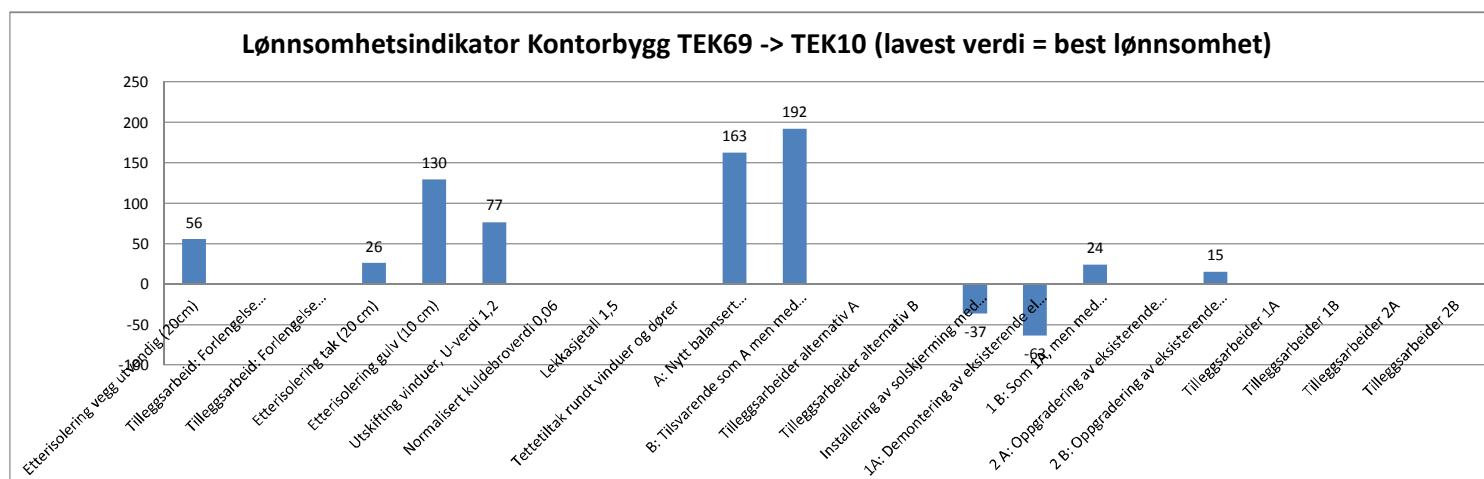
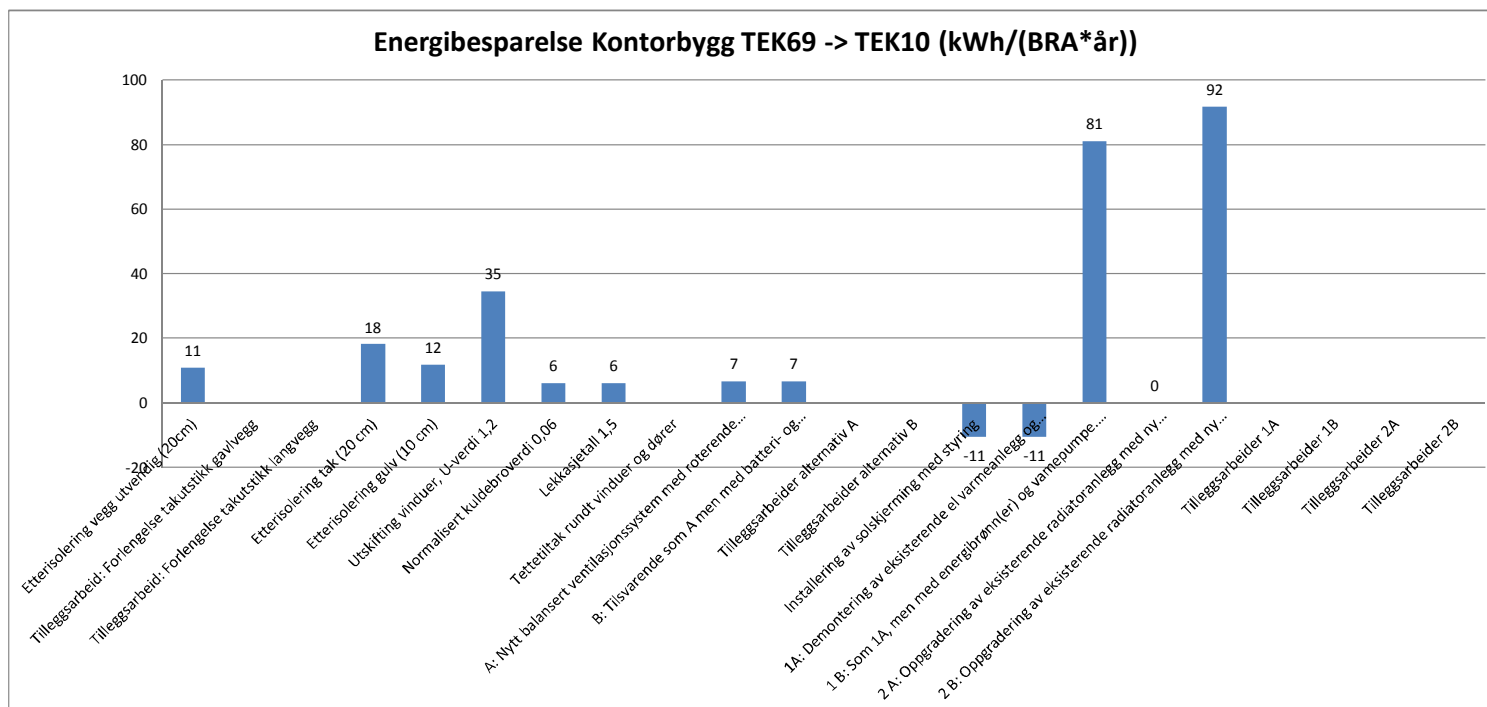


1969

TEK10

KONTORBYGG		BRA 3600		m2	Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva			nkr/BRA		Energibes. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Eksisterende situasjon	Tiltak	Enhet	Mengde	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy				
Mur eller betong med	Etterisolering vegg utvendig (20cm)	m ²	796	2170	1 382 000	1 727 000	2 072 000	1 728 000	2 159 000	2 590 000	600	11	56	
Forlengelse takutstikk gavlvegg	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	lm	120	845	81 000	101 000	121 000	101 000	126 000	151 000	40			
Forlengelse takutstikk langvegg	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	lm	120	1495	143 000	179 000	215 000	179 000	224 000	269 000	60			
Kompakttak, 10 cm skumplastisolasjon	Etterisolering tak (20 cm)	m ²	1200	1140	1 094 000	1 368 000	1 642 000	1 368 000	1 710 000	2 053 000	480	18	26	
Gulv på grunn, 5 cm isolasjon	Etterisolering gulv (10 cm)	m ²	1200	3670	3 523 000	4 404 000	5 285 000	4 404 000	5 505 000	6 606 000	1530	12	130	
Vinduer U-verdi 2,8	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2	m ²	720	10560	6 082 000	7 603 000	9 124 000	7 603 000	9 504 000	11 405 000	2640	35	77	
Normalisert kuldebroverdi 0,12	Normalisert kuldebroverdi 0,06	m ²			0	0	0	0	0	0	0	6		
Lekkasjetall 3	Lekkasjetall 1,5	m ²			0	0	0	0	0	0	0	6		
	Tetteiltak rundt vinduer og dører	m ²	720	843	486 000	607 000	728 000	608 000	759 000	910 000	210			
	A: Nytt balansert ventilasjonssystem med roterende varmegjenvinner og med min årsvirkningsgrad 80%.	m ²	3600	859	2 164 000	3 092 000	4 020 000	2 705 000	3 865 000	5 025 000	1070	7	163	
	B: Tilsvarende som A men med batteri- og varmepumpegjenvinner med tilsvarende eller bedre årsvirkningsgrad.	m ²	3600	1015	2 558 000	3 654 000	4 750 000	3 198 000	4 568 000	5 938 000	1270	7	192	
	Tilleggsarbeider alternativ A	m ²	3600	104	262 000	374 000	486 000	328 000	468 000	608 000	130			
	Tilleggsarbeider alternativ B	m ²	3600	122	307 000	439 000	571 000	384 000	549 000	714 000	150			
Ikke installert	Installering av solskjerming med styring	m ²	720	1550	893 000	1 116 000	1 339 000	1 116 000	1 395 000	1 674 000	390	-11	-37	
Elektriske panelovner i alle kontorer og fellesarealer.	1A: Demontering av eksisterende el varmeanlegg og installasjon av ur/termostattstyrt vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning	m ²	3600	536	1 351 000	1 930 000	2 509 000	1 689 000	2 413 000	3 136 000	670	-11	-63	
Elektriske panelovner i alle kontorer og fellesarealer.	1 B: Som 1A, men med energibrønn(er) og varmepumpe. Elektrisk spisslastkjel.	m ²	3600	1571	3 959 000	5 656 000	7 353 000	4 949 000	7 070 000	9 191 000	1960	81	24	
Vannbårent varmeanlegg med radiatorer/konvektorer i alle rom. Elektrisk eller oljefyrt kjel.	2 A: Oppgradering av eksisterende radiatoranlegg med ny styring og fjernvarme.	m ²	3600	154	388 000	554 000	720 000	485 000	693 000	900 000	190	0		
Vannbårent varmeanlegg med radiatorer/konvektorer i alle rom. Elektrisk eller oljefyrt kjel.	2 B: Oppgradering av eksisterende radiatoranlegg med ny styring og med energibrønn(er) og varmepumpe.	m ²	3600	1134	2 857 000	4 082 000	5 307 000	3 571 000	5 103 000	6 634 000	1420	92	15	
	Tilleggsarbeider 1A	m ²	3600	64	161 000	230 000	299 000	201 000	288 000	374 000	80			
	Tilleggsarbeider 1B	m ²	3600	189	476 000	680 000	884 000	595 000	850 000	1 105 000	240			
	Tilleggsarbeider 2A	m ²	3600	19	48 000	68 000	88 000	60 000	85 000	110 000	20			
	Tilleggsarbeider 2B	m ²	3600	136	343 000	490 000	637 000	429 000	613 000	796 000	170			
Alle tiltak Ventilasjon A & Varmeløsning 1A					16 019 000	20 728 000	25 437 000	20 024 000	25 910 000	31 796 000	7200	84	85	
Alle tiltak Ventilasjon A & Varmeløsning 1B					18 942 000	24 904 000	30 866 000	23 678 000	31 130 000	38 583 000	8650	113	77	
Alle tiltak Ventilasjon B & Varmeløsning 2A					15 382 000	19 817 000	24 252 000	19 228 000	24 771 000	30 315 000	6880	100	69	
Alle tiltak Ventilasjon B & Varmeløsning 2B					18 146 000	23 767 000	29 388 000	22 683 000	29 709 000	36 735 000	8250	129	64	





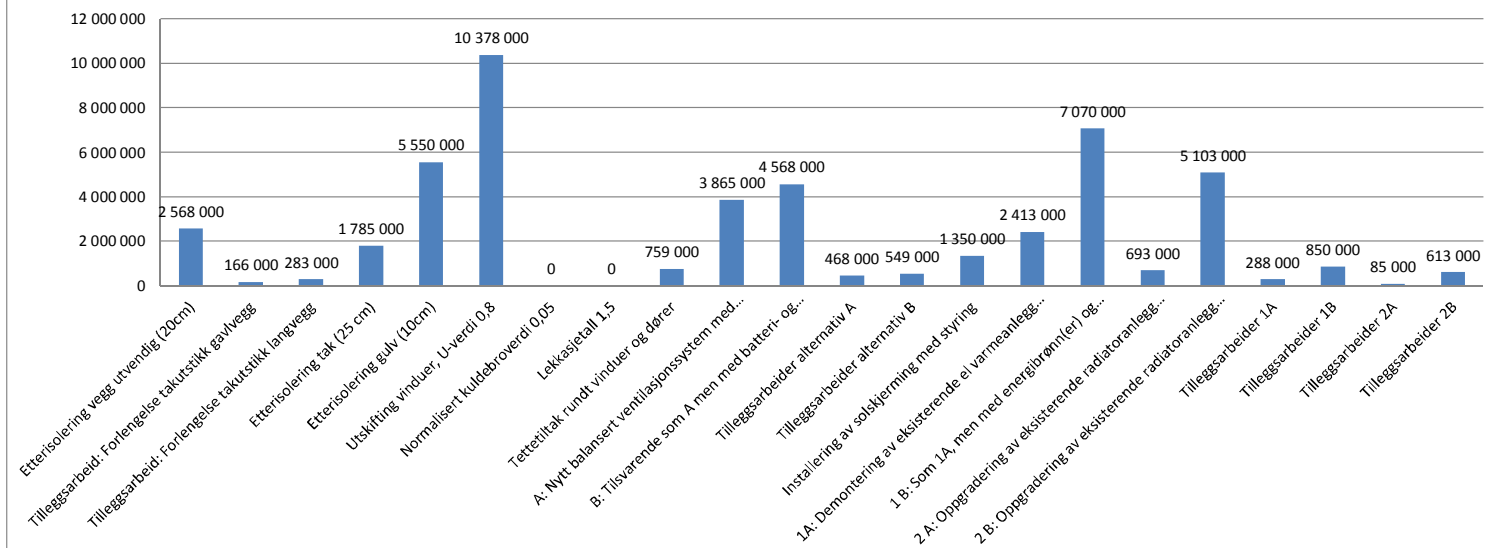
1969

Lavenergi

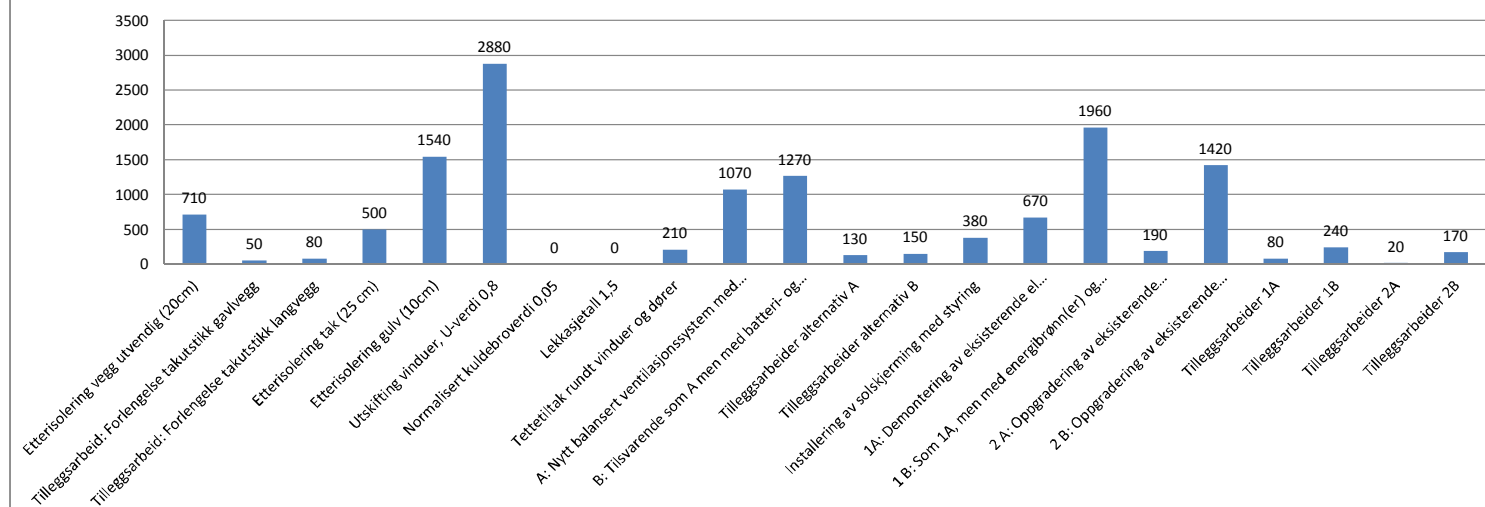
KONTORBYGG

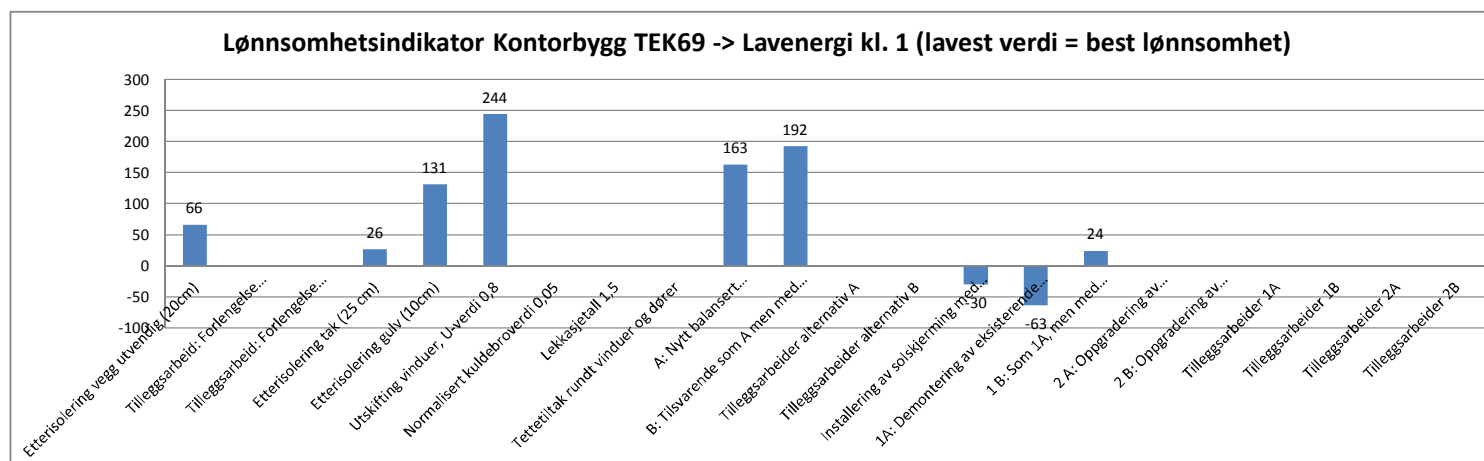
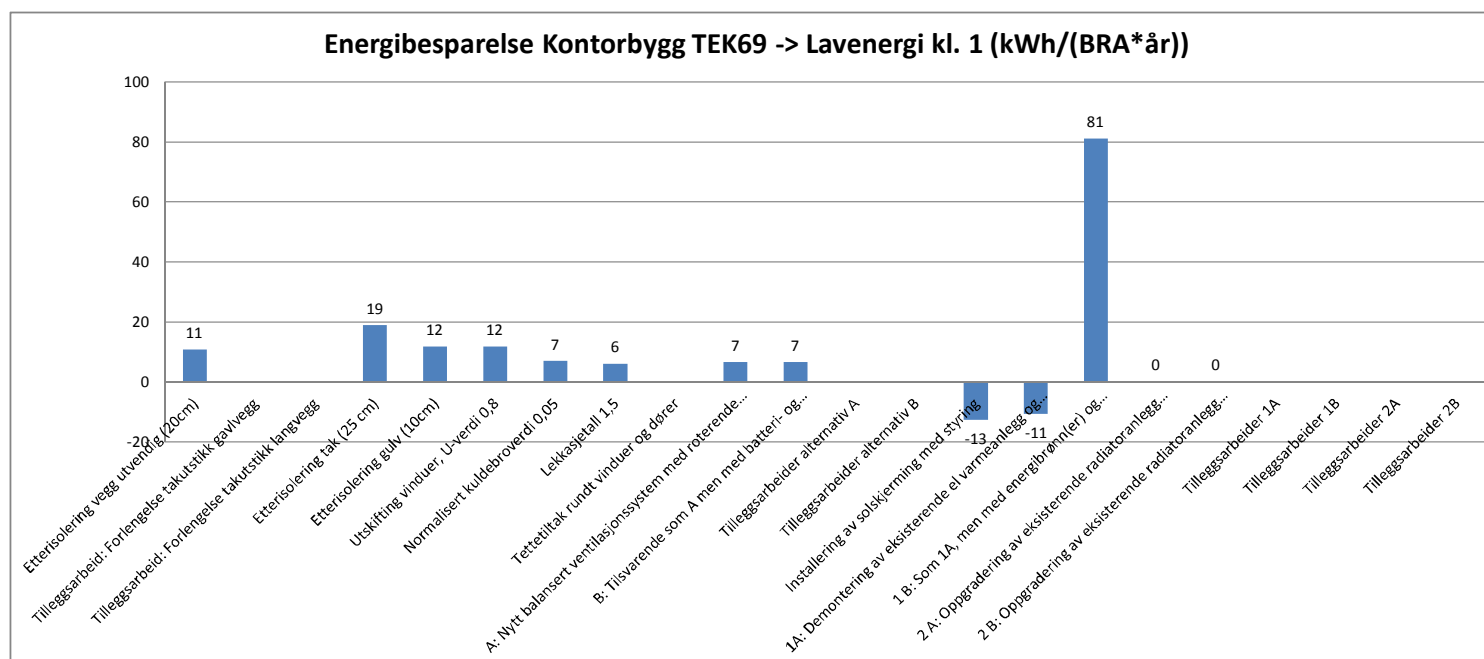
Tiltak	Enh.pris	Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva				Energi besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
		Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy	nkr/BRA		
Etterisolering vegg utvendig (20cm)	2580	1 643 000	2 054 000	2 465 000	2 054 000	2 568 000	3 081 000	710	11	66
Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	1105	106 000	133 000	160 000	133 000	166 000	200 000	50		
Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	1885	181 000	226 000	271 000	226 000	283 000	339 000	80		
Etterisolering tak (25 cm)	1190	1 142 000	1 428 000	1 714 000	1 428 000	1 785 000	2 143 000	500	19	26
Etterisolering gulv (10cm)	3700	3 552 000	4 440 000	5 328 000	4 440 000	5 550 000	6 660 000	1540	12	131
Utskifting vinduer, U-verdi 0,8	11530	6 642 000	8 302 000	9 962 000	8 303 000	10 378 000	12 453 000	2880	12	244
Normalisert kuldebroverdi 0,05		0	0	0	0	0	0	0	7	
Lekkasjetall 1,5		0	0	0	0	0	0	0	6	
Tettetiltak rundt vinduer og dører	843	486 000	607 000	728 000	608 000	759 000	910 000	210		
A: Nytt balansert ventilasjonssystem med roterende varmegjenvinner og med min årsvirkningsgrad 80%.	859	2 164 000	3 092 000	4 020 000	2 705 000	3 865 000	5 025 000	1070	7	163
B: Tilsvarende som A men med batteri- og varmpumpegjenvinner med tilsvarende eller bedre årsvirkningsgrad.	1015	2 558 000	3 654 000	4 750 000	3 198 000	4 568 000	5 938 000	1270	7	192
Tilleggsarbeider alternativ A	104	262 000	374 000	486 000	328 000	468 000	608 000	130		
Tilleggsarbeider alternativ B	122	307 000	439 000	571 000	384 000	549 000	714 000	150		
Installering av solskjerming med styring	1500	864 000	1 080 000	1 296 000	1 080 000	1 350 000	1 620 000	380	-13	-30
1A: Demontering av eksisterende el varmeanlegg og installasjon av ur/termostatstyrt vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning	536	1 351 000	1 930 000	2 509 000	1 689 000	2 413 000	3 136 000	670	-11	-63
1 B: Som 1A, men med energibrønn(er) og vamepumpe. Elektrisk spisslastkjel.	1571	3 959 000	5 656 000	7 353 000	4 949 000	7 070 000	9 191 000	1960	81	24
2 A: Oppgradering av eksisterende radiatoranlegg med ny styring og fjernvarme.	154	388 000	554 000	720 000	485 000	693 000	900 000	190	0	
2 B: Oppgradering av eksisterende radiatoranlegg med ny styring og med energibrønn(er) og vamepumpe.	1134	2 857 000	4 082 000	5 307 000	3 571 000	5 103 000	6 634 000	1420	0	
Tilleggsarbeider 1A	64	161 000	230 000	299 000	201 000	288 000	374 000	80		
Tilleggsarbeider 1B	189	476 000	680 000	884 000	595 000	850 000	1 105 000	240		
Tilleggsarbeider 2A	19	48 000	68 000	88 000	60 000	85 000	110 000	20		
Tilleggsarbeider 2B	136	343 000	490 000	637 000	429 000	613 000	796 000	170		
Alle tiltak Ventilasjon A & Varmeløsning 1A		16 917 000	21 850 000	26 783 000	21 146 000	27 313 000	33 479 000	7590	108	71
Alle tiltak Ventilasjon A & Varmeløsning 1B		19 840 000	26 026 000	32 212 000	24 800 000	32 533 000	40 265 000	9040	131	69
Alle tiltak Ventilasjon B & Varmeløsning 2A		16 280 000	20 939 000	25 598 000	20 350 000	26 174 000	31 998 000	7270	123	59
Alle tiltak Ventilasjon B & Varmeløsning 2B		19 044 000	24 889 000	30 734 000	23 805 000	31 111 000	38 418 000	8640	147	59

Kostnader Kontorbygg TEK69 -> Lavenergi kl. 1 (NKR)



Kostnader Kontorbygg TEK69 -> Lavenergi kl. 1 (NKR/BRA)

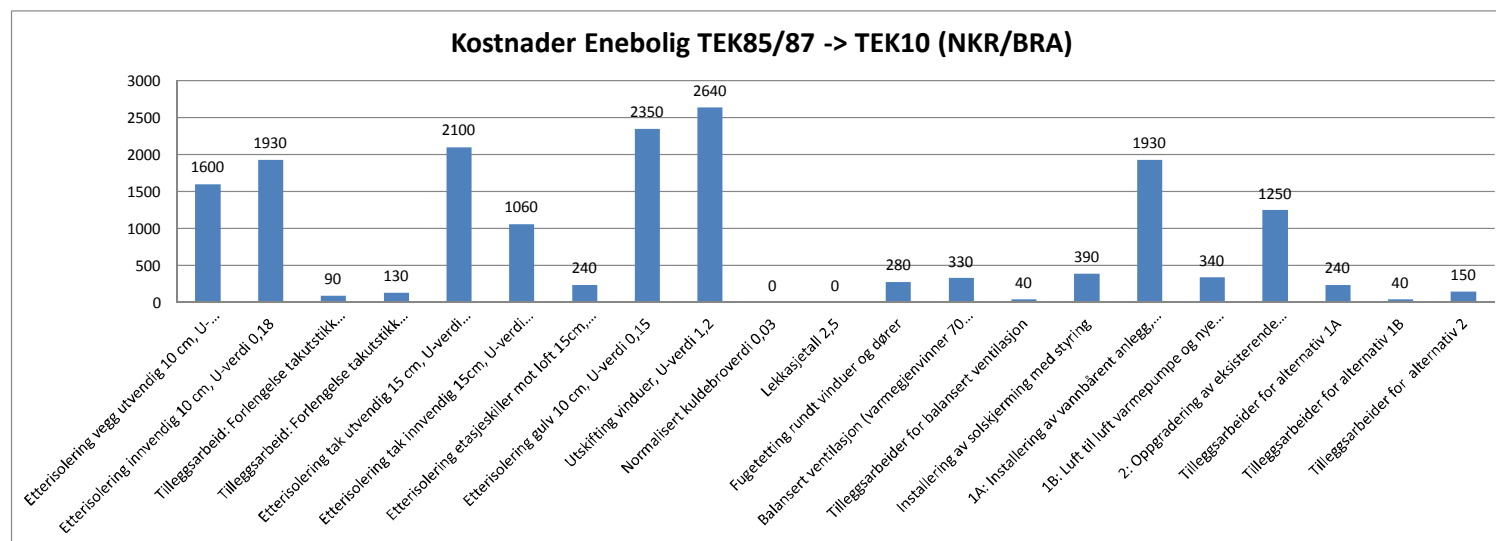
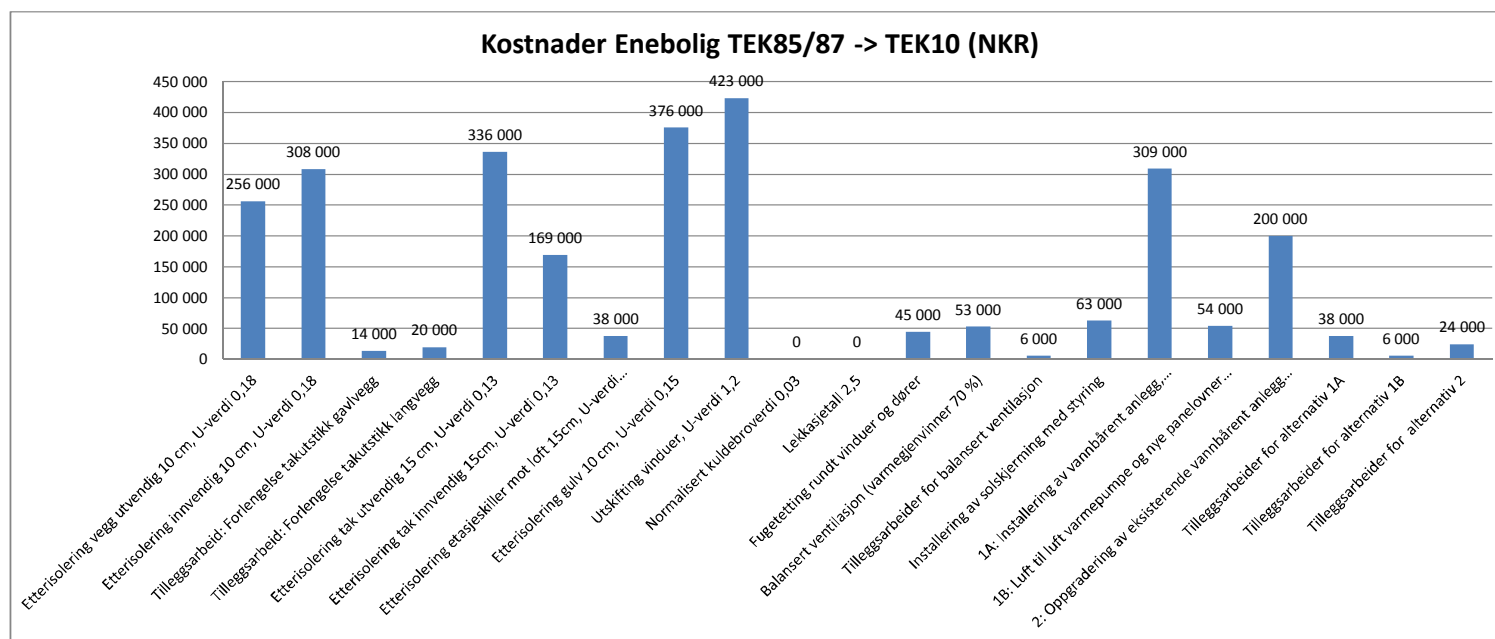


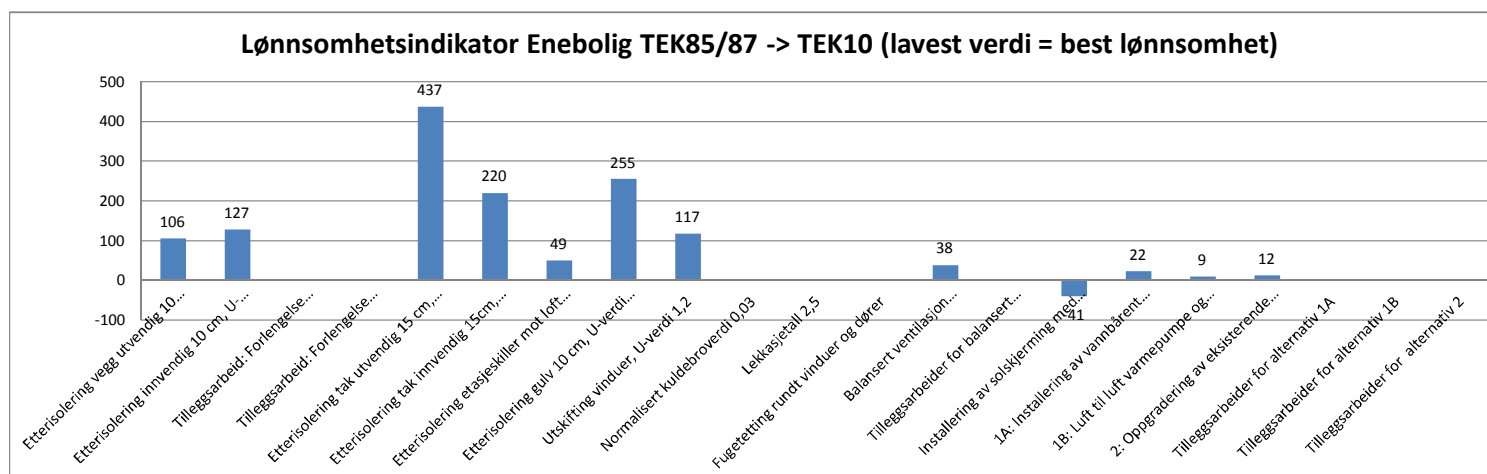
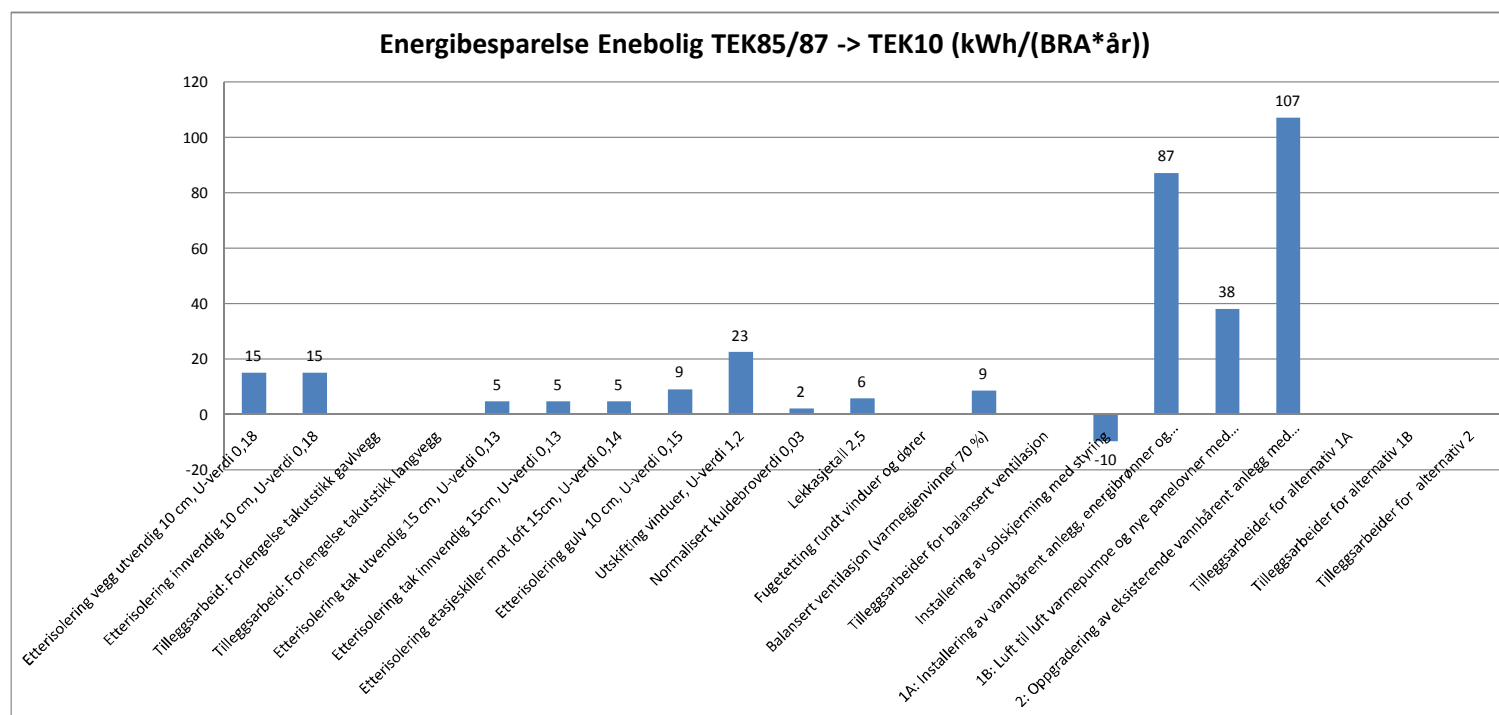


1985

TEK10

ENEBOLOG		BRA			Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva			nkr/BRA	Energi- besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Eksisterende situasjon	Tiltak	Enhet	Mengde	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy			
Bindingsverksvegg, 15cm isolasjon	Etterisolering vegg utvendig 10 cm, U-verdi 0,18	m ²	160	1280	164 000	205 000	246 000	205 000	256 000	308 000	1600	15	106
	Etterisolering innvendig 10 cm, U-verdi 0,18	m ²	160	1540	197 000	246 000	295 000	246 000	308 000	369 000	1930	15	127
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	lm	18	600	9 000	11 000	13 000	11 000	14 000	16 000	90		
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	lm	18	900	13 000	16 000	19 000	16 000	20 000	24 000	130		
Tretak, 20cm isolasjon	Etterisolering tak utvendig 15 cm, U-verdi 0,13	m ²	90	2990	215 000	269 000	323 000	269 000	336 000	404 000	2100	5	437
	Etterisolering tak innvendig 15cm, U-verdi 0,13	m ²	90	1500	108 000	135 000	162 000	135 000	169 000	203 000	1060	5	220
	Etterisolering etasjeskiller mot loft 15cm, U-verdi 0,14	m ²	90	330	24 000	30 000	36 000	30 000	38 000	45 000	240	5	49
Gulv på grunn, 10 cm isolasjon	Etterisolering gulv 10 cm, U-verdi 0,15	m ²	80	3 760	241 000	301 000	361 000	301 000	376 000	451 000	2350	9	255
Vinduer U-verdi 2,4	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2	m ²	32	10560	270 000	338 000	406 000	338 000	423 000	508 000	2640	23	117
Normalisert kuldebroverdi 0,05	Normalisert kuldebroverdi 0,03	m ²			0	0	0	0	0	0	0	2	
Lekkasjetall 4	Lekkasjetall 2,5	m ²			0	0	0	0	0	0	0	6	
	Fugetetting rundt vinduer og dører	m ²	32	1119	29 000	36 000	43 000	36 000	45 000	54 000	280		
Avtrekk (pipe eller mek.). Tilluft fra vindu/ventil.	Balansert ventilasjon (varmegjenvinner 70 %)	m ²	160	264	29 000	42 000	55 000	36 000	53 000	69 000	330	9	38
	Tilleggsarbeider for balansert ventilasjon	m ²	160	32	4 000	5 000	7 000	5 000	6 000	9 000	40		
-	Installering av solskjerming med styring	m ²	32	1550	40 000	50 000	60 000	50 000	63 000	75 000	390	-10	-41
Elektriske panelovner/stråleovner	1A: Installering av vannbårent anlegg, energibrønner og varmepumpe. El som spisslast.	m ²	160	1543			321 000	216 000	309 000	401 000			
		m ²			173 000	247 000					1930	87	22
Elektriske panelovner/stråleovner	1B: Luft til luft varmepumpe og nye panelovner med termostat	m ²	160	267	30 000	43 000	56 000	38 000	54 000	70 000	340	38	9
Vannbårent varmeanlegg, oljefyrt kjel	2: Oppgradering av eksisterende vannbårent anlegg med energibrønn og varmepumpe. El som spisslast	m ²	160	998			208 000	140 000	200 000	260 000			
		m ²			112 000	160 000					1250	107	12
	Tilleggsarbeider for alternativ 1A	m ²	160	185	21 000	30 000	39 000	26 000	38 000	49 000	240		
	Tilleggsarbeider for alternativ 1B	m ²	160	32	4 000	5 000	7 000	5 000	6 000	9 000	40		
	Tilleggsarbeider for alternativ 2	m ²	160	120	13 000	19 000	25 000	16 000	24 000	31 000	150		
Alle tiltak Varmeløsning 1A					1 157 000	1 487 000	1 818 000	1 446 000	1 859 000	2 273 000	11620	116	100
Alle tiltak Varmeløsning 1B					997 000	1 258 000	1 521 000	1 246 000	1 573 000	1 901 000	9830	83	119
Alle tiltak Varmeløsning 2					1 088 000	1 389 000	1 691 000	1 360 000	1 736 000	2 114 000	10850	136	80

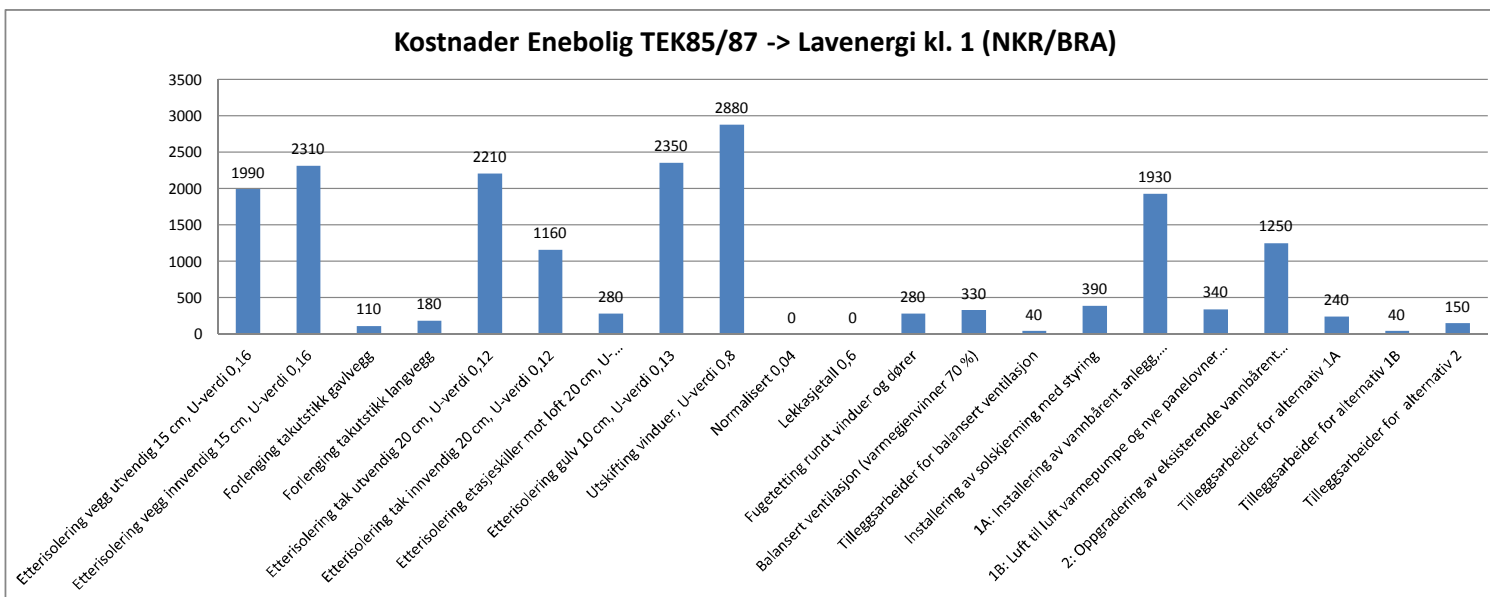
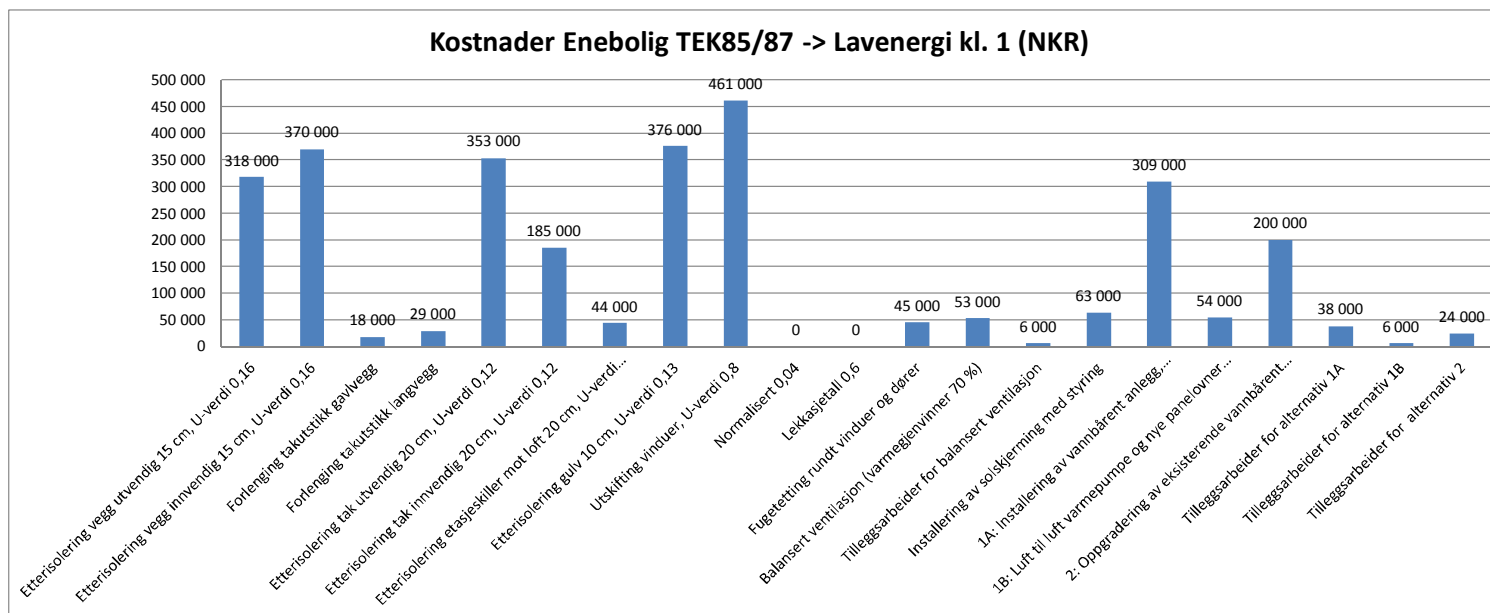


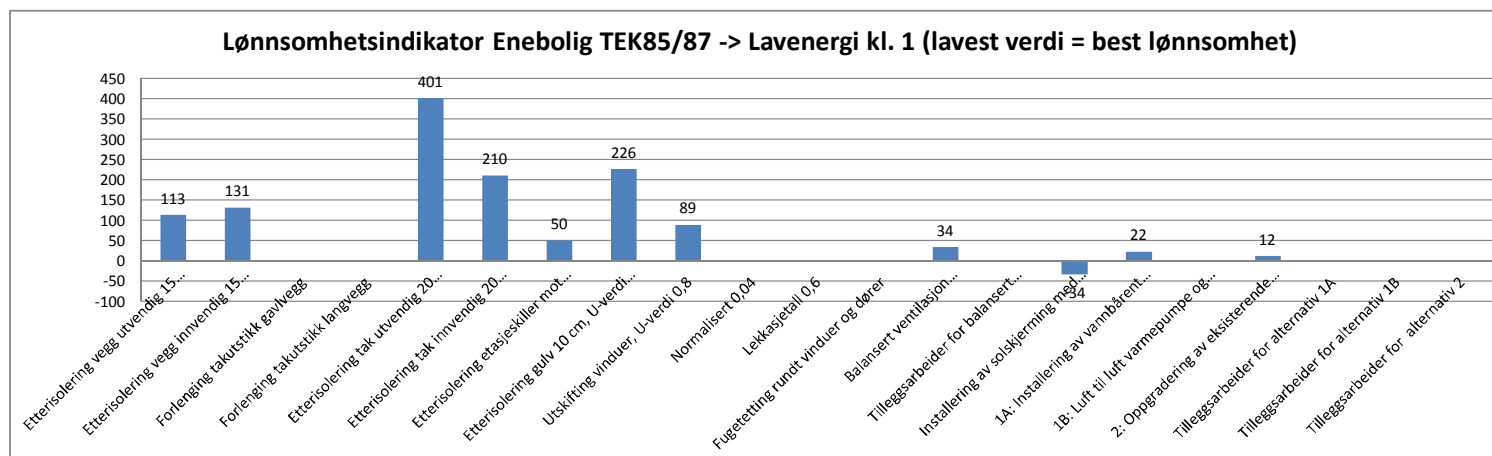
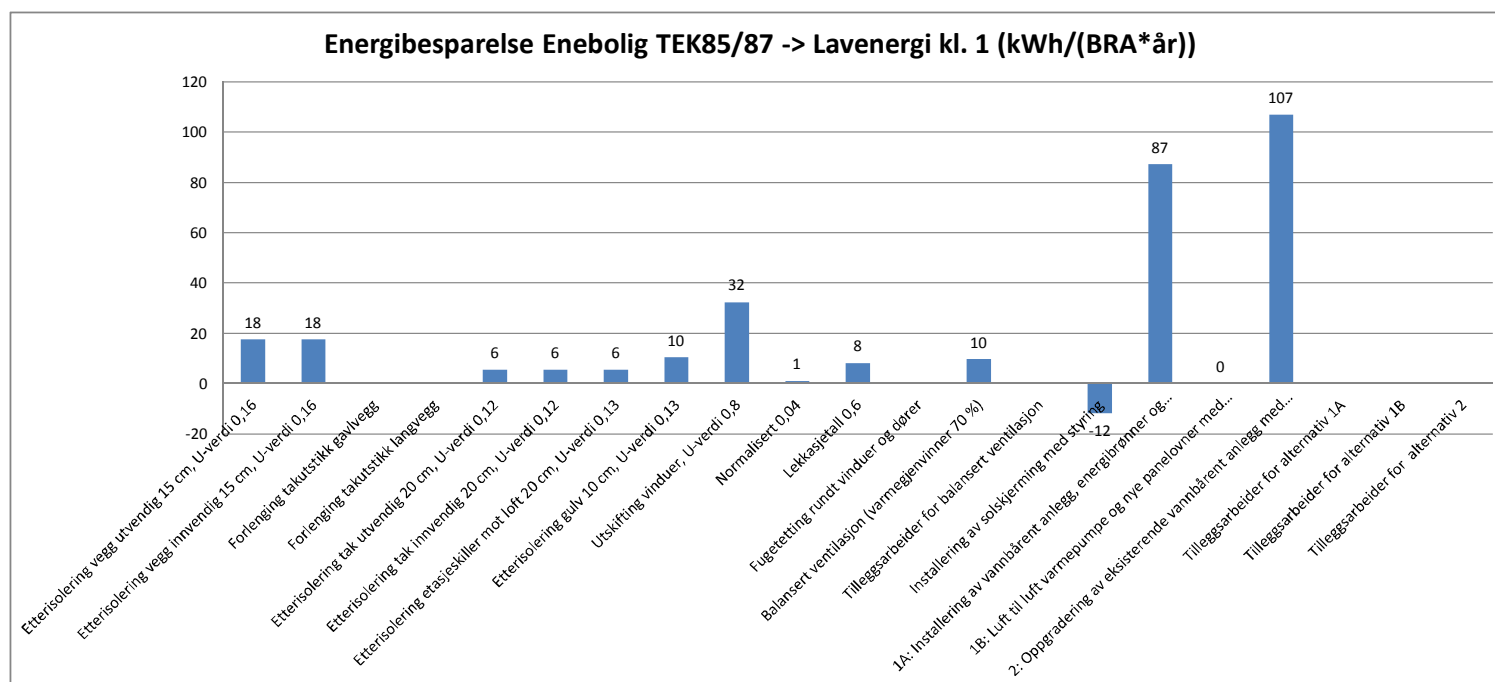


1985

Lavenergi

ENEBOLOG		Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva			nkr/BRA	Energi- besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Tiltak	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy			
Etterisolering vegg utvendig 15 cm, U-verdi 0,16	1590	203 000	254 000	305 000	254 000	318 000	381 000	1990	18	113
Etterisolering vegg innvendig 15 cm, U-verdi 0,16	1850	237 000	296 000	355 000	296 000	370 000	444 000	2310	18	131
Forlenging takutstikk gavlvegg	750	11 000	14 000	17 000	14 000	18 000	21 000	110		
Forlenging takutstikk langvegg	1275	18 000	23 000	28 000	23 000	29 000	35 000	180		
Etterisolering tak utvendig 20 cm, U-verdi 0,12	3130	226 000	282 000	338 000	283 000	353 000	423 000	2210	6	401
Etterisolering tak innvendig 20 cm, U-verdi 0,12	1640	118 000	148 000	178 000	148 000	185 000	223 000	1160	6	210
Etterisolering etasjeskiller mot loft 20 cm, U-verdi 0,13	390	28 000	35 000	42 000	35 000	44 000	53 000	280	6	50
Etterisolering gulv 10 cm, U-verdi 0,13	3 760	241 000	301 000	361 000	301 000	376 000	451 000	2350	10	226
Utskifting vinduer, U-verdi 0,8	11540	295 000	369 000	443 000	369 000	461 000	554 000	2880	32	89
Normalisert 0,04		0	0	0	0	0	0	0	1	
Lekkasjetall 0,6		0	0	0	0	0	0	0	8	
Fugetetting rundt vinduer og dører	1119	29 000	36 000	43 000	36 000	45 000	54 000	280		
Balansert ventilasjon (varmegjenvinner 70 %)	264	29 000	42 000	55 000	36 000	53 000	69 000	330	10	34
Tilleggsarbeider for balansert ventilasjon	32	4 000	5 000	7 000	5 000	6 000	9 000	40		
Installering av solskjerming med styring	1550	40 000	50 000	60 000	50 000	63 000	75 000	390	-12	-34
1A: Installering av vannbårent anlegg, energibrønner og varmepumpe. El som spisslast.	1543	173 000	247 000	321 000	216 000	309 000	401 000	1930	87	22
1B: Luft til luft varmepumpe og nye panelovner med termostat	267	30 000	43 000	56 000	38 000	54 000	70 000	340		
2: Oppgradering av eksisterende vannbårent anlegg med energibrønn og varmepumpe. El som spisslast	998	112 000	160 000	208 000	140 000	200 000	260 000	1250	107	12
Tilleggsarbeider for alternativ 1A	185	21 000	30 000	39 000	26 000	38 000	49 000	240		
Tilleggsarbeider for alternativ 1B	32	4 000	5 000	7 000	5 000	6 000	9 000	40		
Tilleggsarbeider for alternativ 2	120	13 000	19 000	25 000	16 000	24 000	31 000	150		
Alle tiltak Varmeløsning 1A		1 232 000	1 580 000	1 929 000	1 540 000	1 975 000	2 411 000	12340	130	95
Alle tiltak Varmeløsning 1B		1 072 000	1 351 000	1 632 000	1 340 000	1 689 000	2 040 000	10560	-	
Alle tiltak Varmeløsning 2		1 163 000	1 482 000	1 802 000	1 454 000	1 853 000	2 253 000	11580	150	77

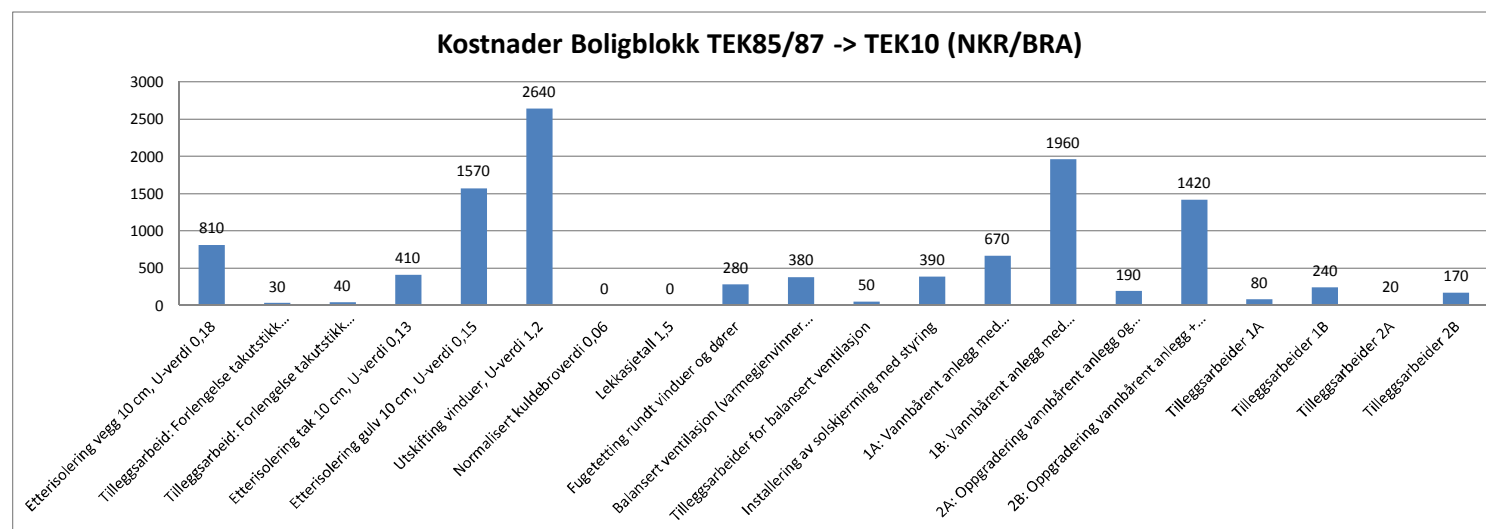
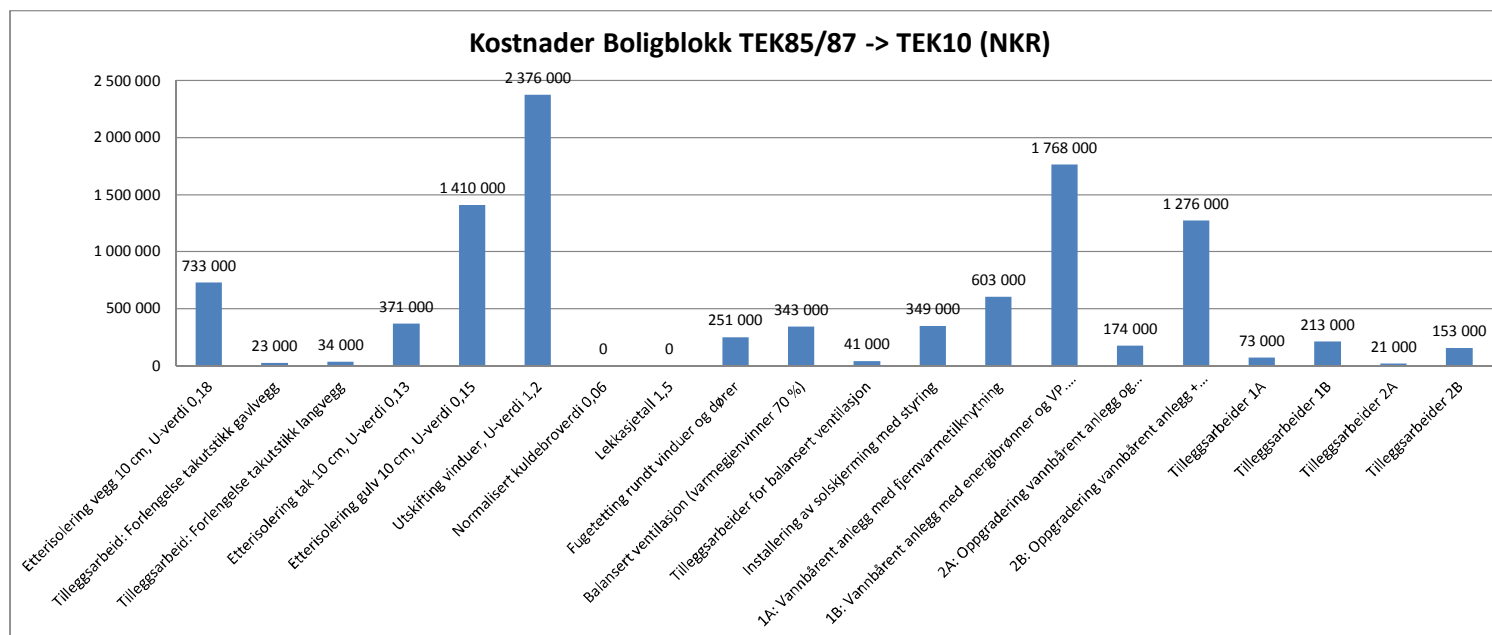


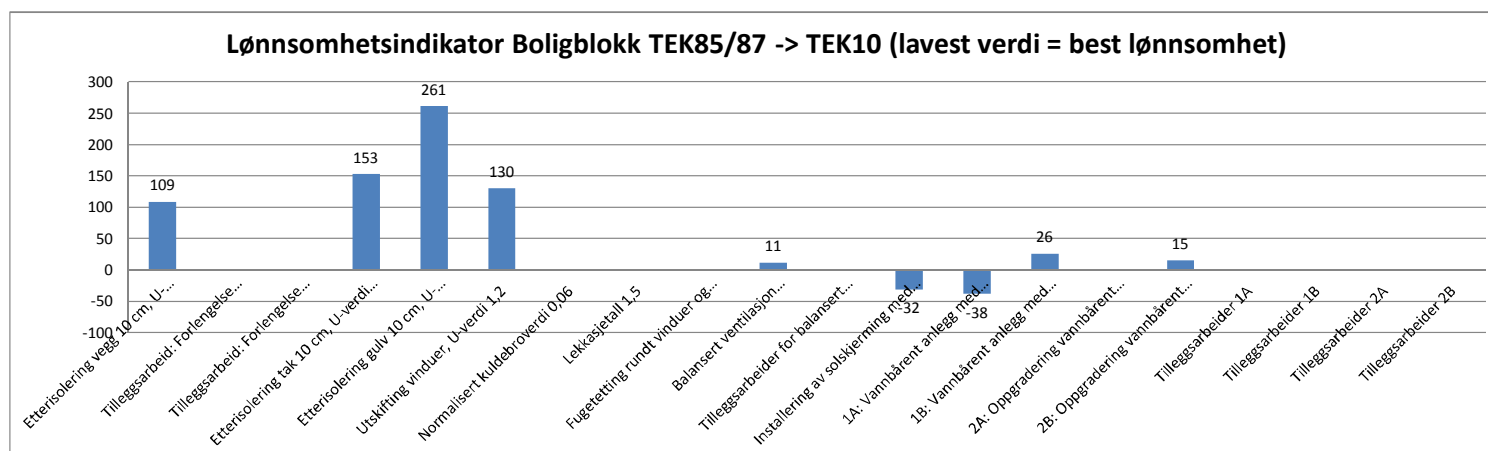
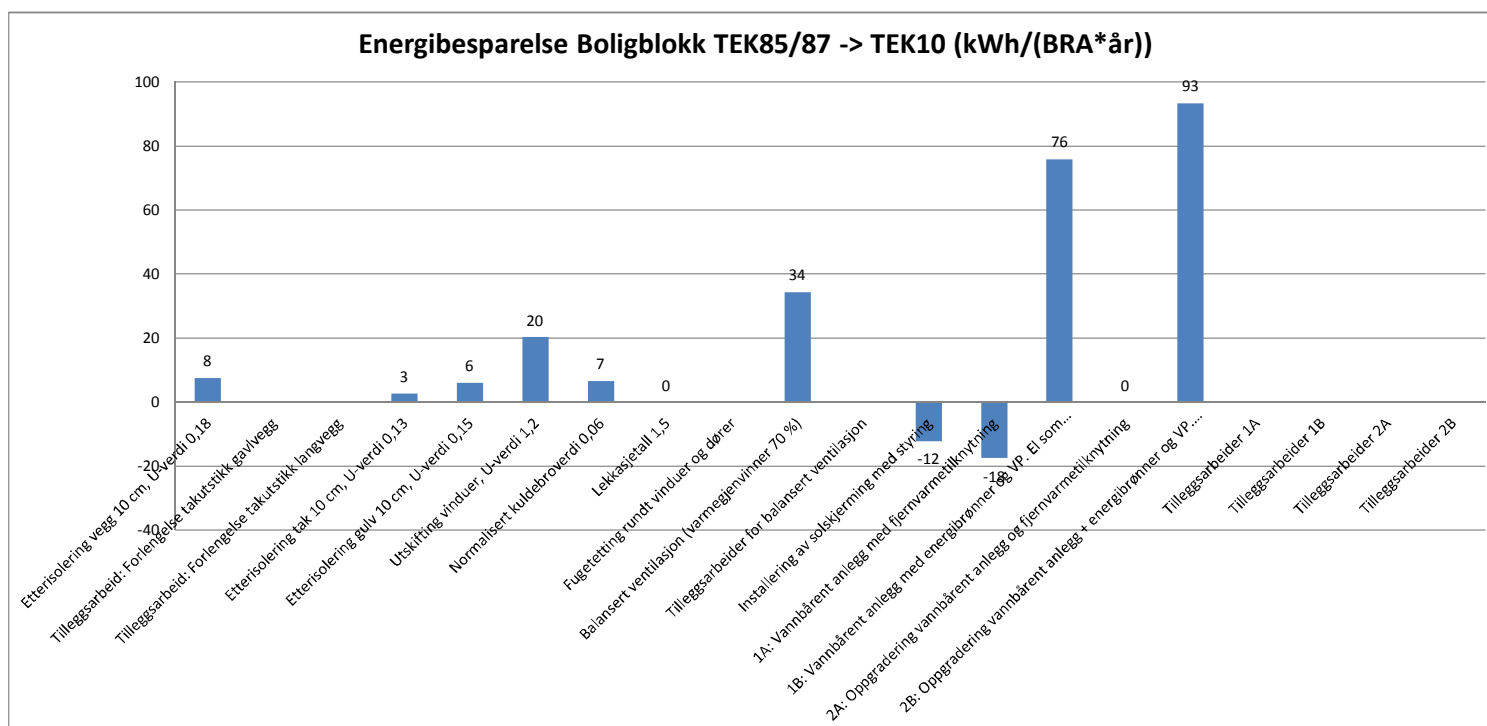


1985

TEK10

BOLIGBLOKK		BRA 900		m2	Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva			nkr/BRA	Energi- besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Eksisterende situasjon	Tiltak	Enhet	Mengde	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy			
Bindingsverk, 15 cm isolasjon	Etterisolering vegg 10 cm, U-verdi 0,18	m ²	458	1 280	469 000	586 000	703 000	586 000	733 000	879 000	810	8	109
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	lm	35	520	14 000	18 000	22 000	18 000	23 000	28 000	30		
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	lm	35	780	22 000	27 000	32 000	28 000	34 000	40 000	40		
Kompakt tak, 20 cm isolasjon	Etterisolering tak 10 cm, U-verdi 0,13	m ²	300	990	238 000	297 000	356 000	298 000	371 000	445 000	410	3	153
Gulv på grunn, 5 cm isolasjon	Etterisolering gulv 10 cm, U-verdi 0,15	m ²	300	3 760	902 000	1 128 000	1 354 000	1 128 000	1 410 000	1 693 000	1570	6	261
Vinduer U-verdi 2,4	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2	m ²	180	10560	1 521 000	1 901 000	2 281 000	1 901 000	2 376 000	2 851 000	2640	20	130
Normalisert kuldebroverdi 0,12	Normalisert kuldebroverdi 0,06	m ²			0	0	0	0	0	0	0	7	
Lekkasjetall 1,5	Lekkasjetall 1,5	m ²			0	0	0	0	0	0	0	0	
	Fugetetting rundt vinduer og dører	m ²	180	1119	161 000	201 000	241 000	201 000	251 000	301 000	280		
Avtrekk (pipe eller mek.). Tilluft fra vindu/ventil.	Balansert ventilasjon (varmegjenvinner 70 %)	m ²	900	304	192 000	274 000	356 000	240 000	343 000	445 000	380	34	11
	Tilleggsarbeider for balansert ventilasjon	m ²	900	37	23 000	33 000	43 000	29 000	41 000	54 000	50		
Ingen solskjerming	Installering av solskjerming med styring	m ²	180	1550	223 000	279 000	335 000	279 000	349 000	419 000	390	-12	-32
Elektriske panelovner/stråleovner	1A: Vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning	m ²	900	536	337 000	482 000	627 000	421 000	603 000	784 000	670	-18	-38
Elektriske panelovner/stråleovner	1B: Vannbårent anlegg med energibrønner og VP. El som spisslast	m ²	900	1571	990 000	1 414 000	1 838 000	1 238 000	1 768 000	2 298 000	1960	76	26
Vannbåren varme. Elkjel eller oljekjel	2A: Oppgradering vannbårent anlegg og fjernvarmetilknytning	m ²	900	154	97 000	139 000	181 000	121 000	174 000	226 000	190	0	
Vannbåren varme. Elkjel eller oljekjel	2B: Oppgradering vannbårent anlegg + energibrønner og VP. El som spisslast.	m ²	900	1134	715 000	1 021 000	1 327 000	894 000	1 276 000	1 659 000	1420	93	15
	Tilleggsarbeider 1A	m ²	900	64	41 000	58 000	75 000	51 000	73 000	94 000	80		
	Tilleggsarbeider 1B	m ²	900	189	119 000	170 000	221 000	149 000	213 000	276 000	240		
	Tilleggsarbeider 2A	m ²	900	19	12 000	17 000	22 000	15 000	21 000	28 000	20		
	Tilleggsarbeider 2B	m ²	900	136	85 000	122 000	159 000	106 000	153 000	199 000	170		
Alle tiltak Varmeløsning 1A					3 723 000	4 759 000	5 795 000	4 654 000	5 949 000	7 244 000	6610	59	112
Alle tiltak Varmeløsning 1B					4 454 000	5 803 000	7 152 000	5 568 000	7 254 000	8 940 000	8060	106	76
Alle tiltak Varmeløsning 2A					3 454 000	4 375 000	5 296 000	4 318 000	5 469 000	6 620 000	6080	77	79
Alle tiltak Varmeløsning 2B					4 145 000	5 362 000	6 579 000	5 181 000	6 703 000	8 224 000	7450	123	60



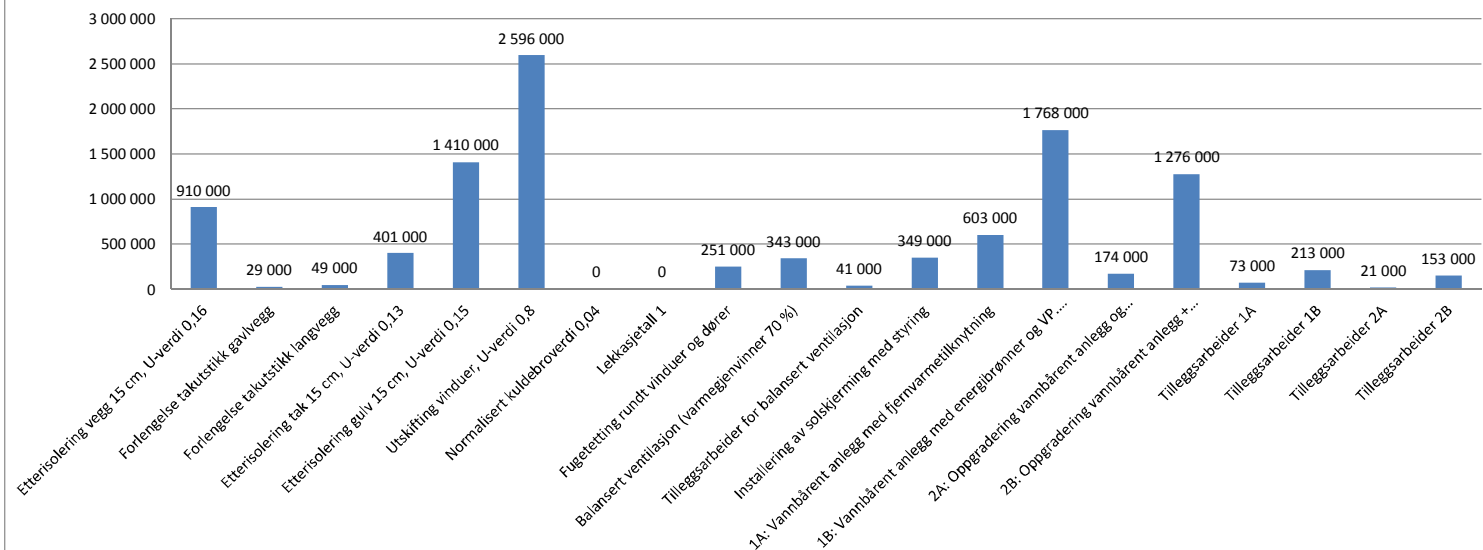


1985

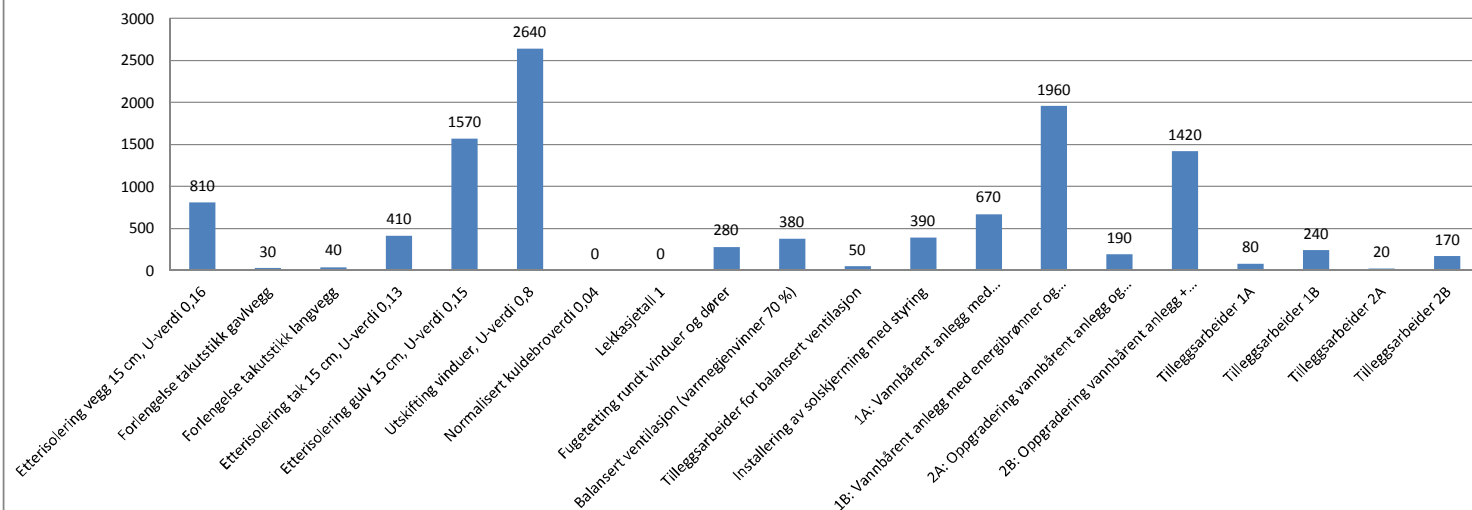
Lavenergi

BOLIGBLOKK		Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva				Energi- besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Tiltak	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy	nkr/BRA		
Etterisolering vegg 15 cm, U-verdi 0,16	1 590	582 000	728 000	874 000	728 000	910 000	1 093 000	810	9	94
Forlengelse takutstikk gavlvegg	650	18 000	23 000	28 000	23 000	29 000	35 000	30		
Forlengelse takutstikk langvegg	1 105	31 000	39 000	47 000	39 000	49 000	59 000	40		
Etterisolering tak 15 cm, U-verdi 0,13	1 070	257 000	321 000	385 000	321 000	401 000	481 000	410	3	153
Etterisolering gulv 15 cm, U-verdi 0,15	3 760	902 000	1 128 000	1 354 000	1 128 000	1 410 000	1 693 000	1570	6	261
Utskifting vinduer, U-verdi 0,8	11540	1 662 000	2 077 000	2 492 000	2 078 000	2 596 000	3 115 000	2640	26	101
Normalisert kuldebroverdi 0,04		0	0	0	0	0	0	0	9	
Lekkasjetall 1		0	0	0	0	0	0	0	0	
Fugetting rundt vinduer og dører	1119	161 000	201 000	241 000	201 000	251 000	301 000	280		
Balansert ventilasjon (varmegjenvinner 70 %)	304	192 000	274 000	356 000	240 000	343 000	445 000	380	35	11
Tilleggsarbeider for balansert ventilasjon	37	23 000	33 000	43 000	29 000	41 000	54 000	50		
Installering av solskjerming med styring	1550	223 000	279 000	335 000	279 000	349 000	419 000	390	-15	-26
1A: Vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning	536	337 000	482 000	627 000	421 000	603 000	784 000	670	-18	-38
1B: Vannbårent anlegg med energibrønner og VP. El som spisslast	1571	990 000	1 414 000	1 838 000	1 238 000	1 768 000	2 298 000	1960	76	26
2A: Oppgradering vannbårent anlegg og fjernvarmetilknytning	154	97 000	139 000	181 000	121 000	174 000	226 000	190	0	
2B: Oppgradering vannbårent anlegg + energibrønner og VP. El som spisslast.	1134	715 000	1 021 000	1 327 000	894 000	1 276 000	1 659 000	1420	93	15
Tilleggsarbeider 1A	64	41 000	58 000	75 000	51 000	73 000	94 000	80		
Tilleggsarbeider 1B	189	119 000	170 000	221 000	149 000	213 000	276 000	240		
Tilleggsarbeider 2A	19	12 000	17 000	22 000	15 000	21 000	28 000	20		
Tilleggsarbeider 2B	136	85 000	122 000	159 000	106 000	153 000	199 000	170		
Alle tiltak Varmeløsning 1A		3 996 000	5 101 000	6 206 000	4 995 000	6 376 000	7 758 000	6610	75	89
Alle tiltak Varmeløsning 1B		4 727 000	6 145 000	7 563 000	5 909 000	7 681 000	9 454 000	8060	113	71
Alle tiltak Varmeløsning 2A		3 727 000	4 717 000	5 707 000	4 659 000	5 896 000	7 134 000	6080	92	66
Alle tiltak Varmeløsning 2B		4 418 000	5 704 000	6 990 000	5 523 000	7 130 000	8 738 000	7450	131	57

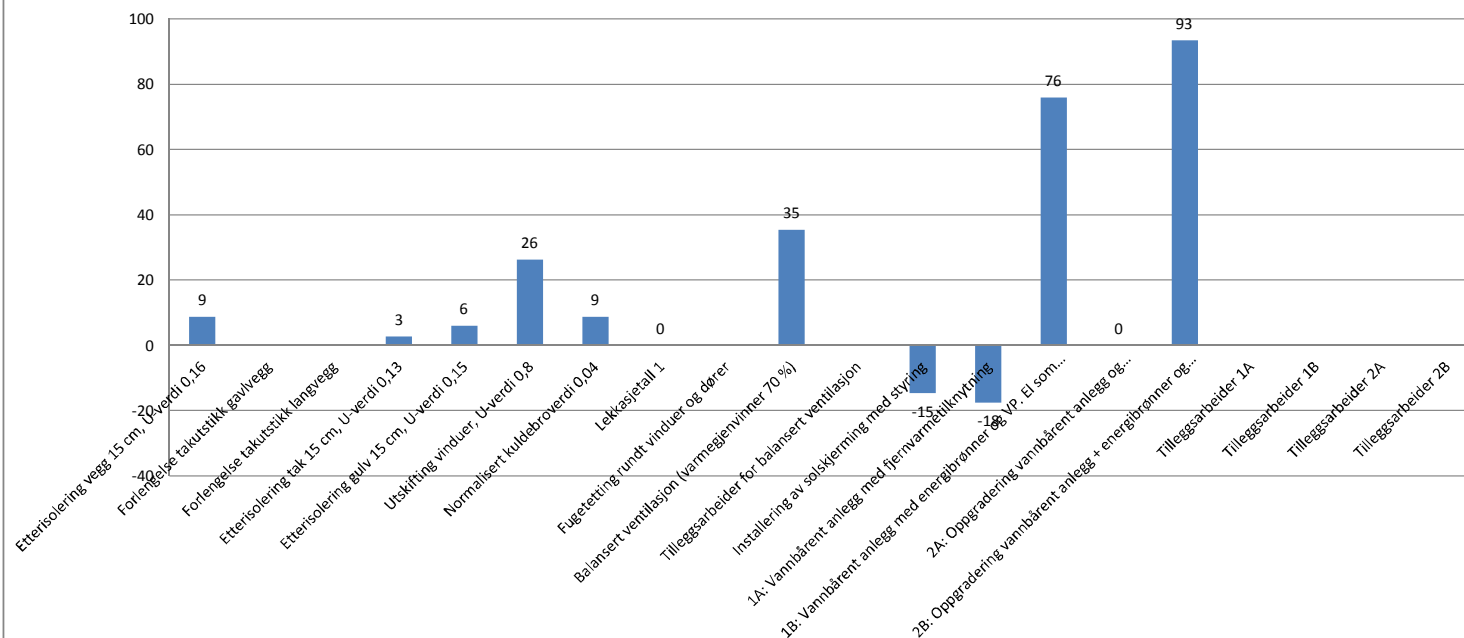
Kostnader Boligblokk TEK85/87 -> Lavenergi kl. 1 (NKR)



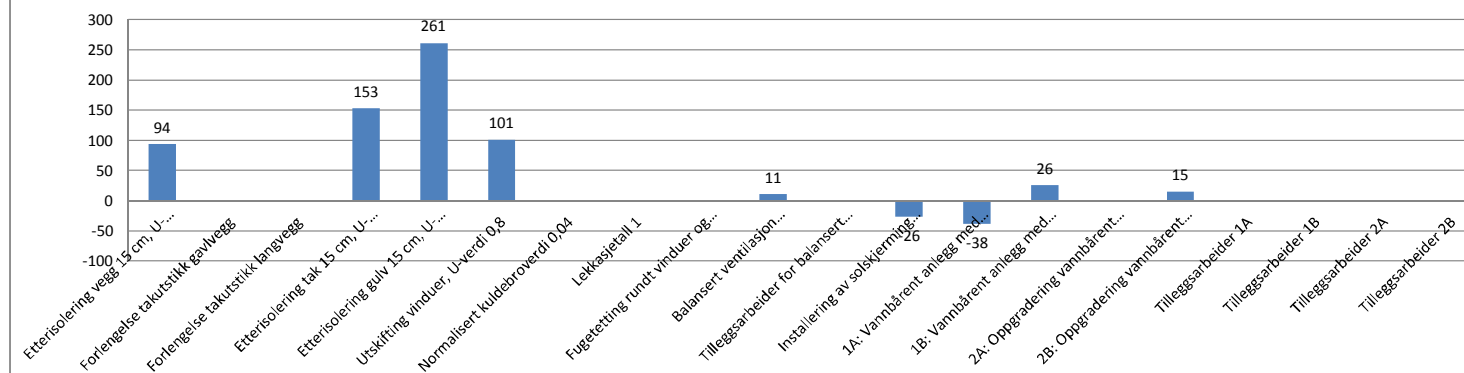
Kostnader Boligblokk TEK85/87 -> Lavenergi kl. 1 (NKR/BRA)



Energibesparelse Boligblokk TEK85/87 -> Lavenergi kl. 1 (kWh/(BRA*år))



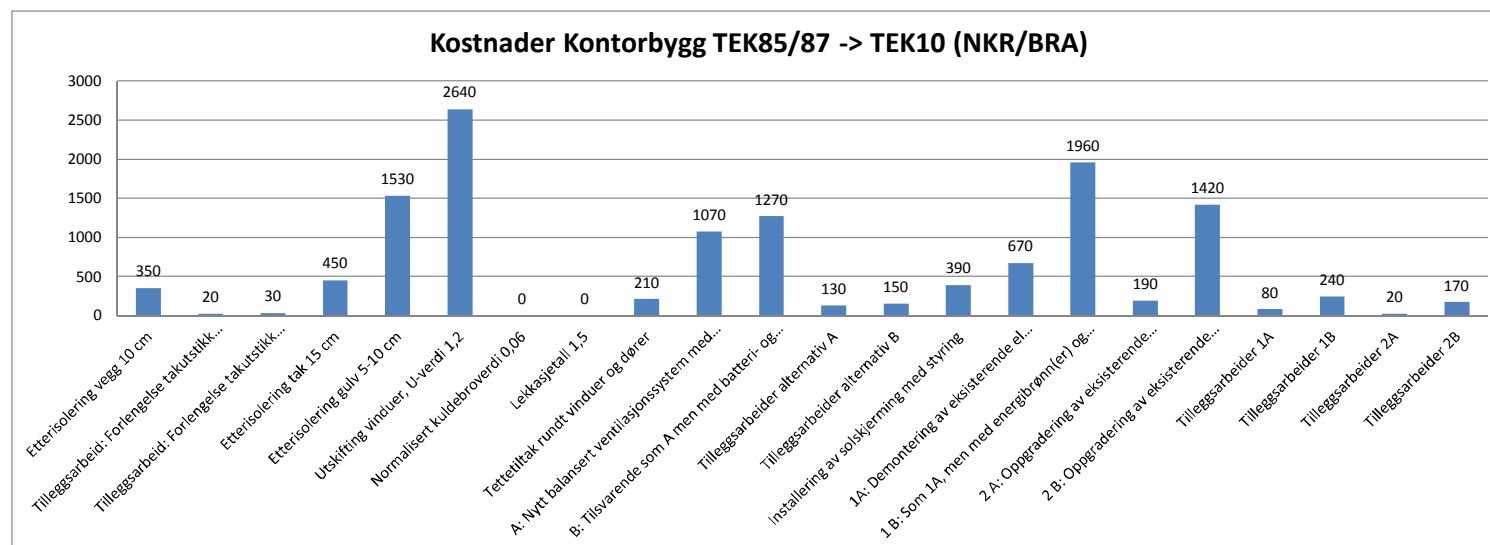
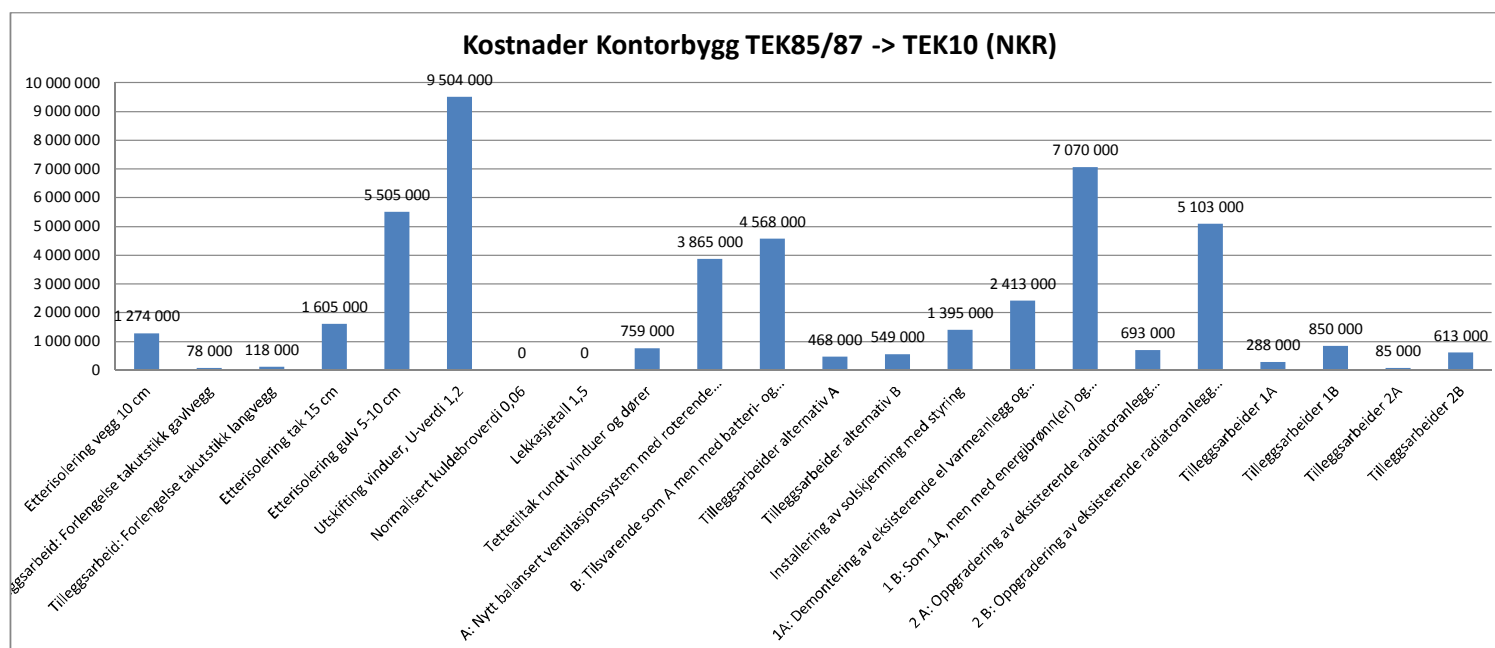
Lønnsomhetsindikator Boligblokk TEK85/87 -> Lavenergi kl. 1 (lavest verdi = best lønnsomhet)

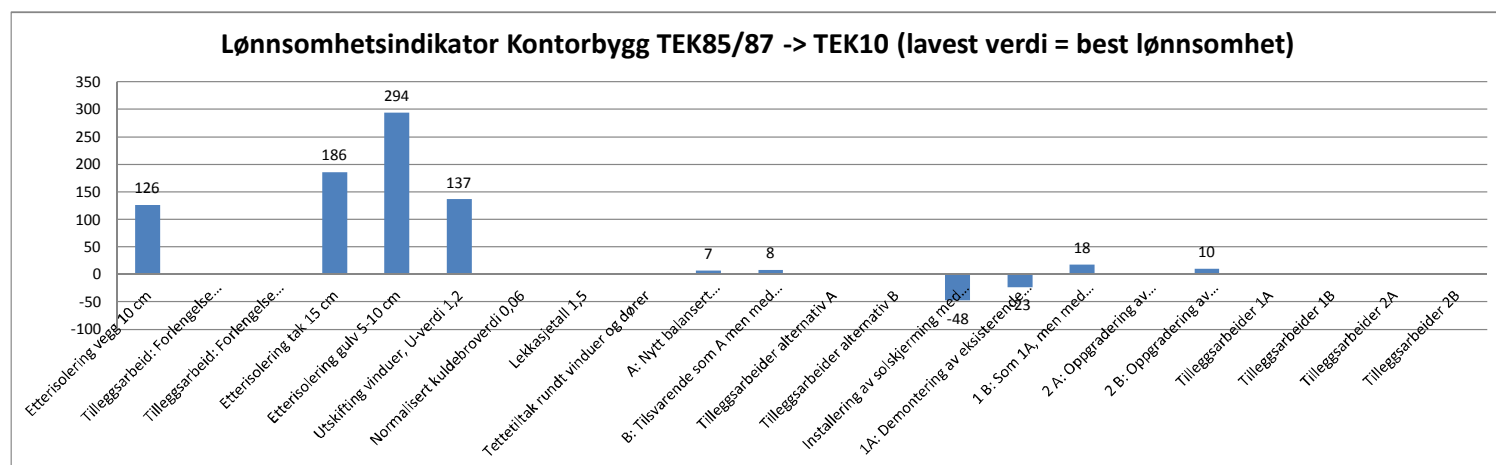
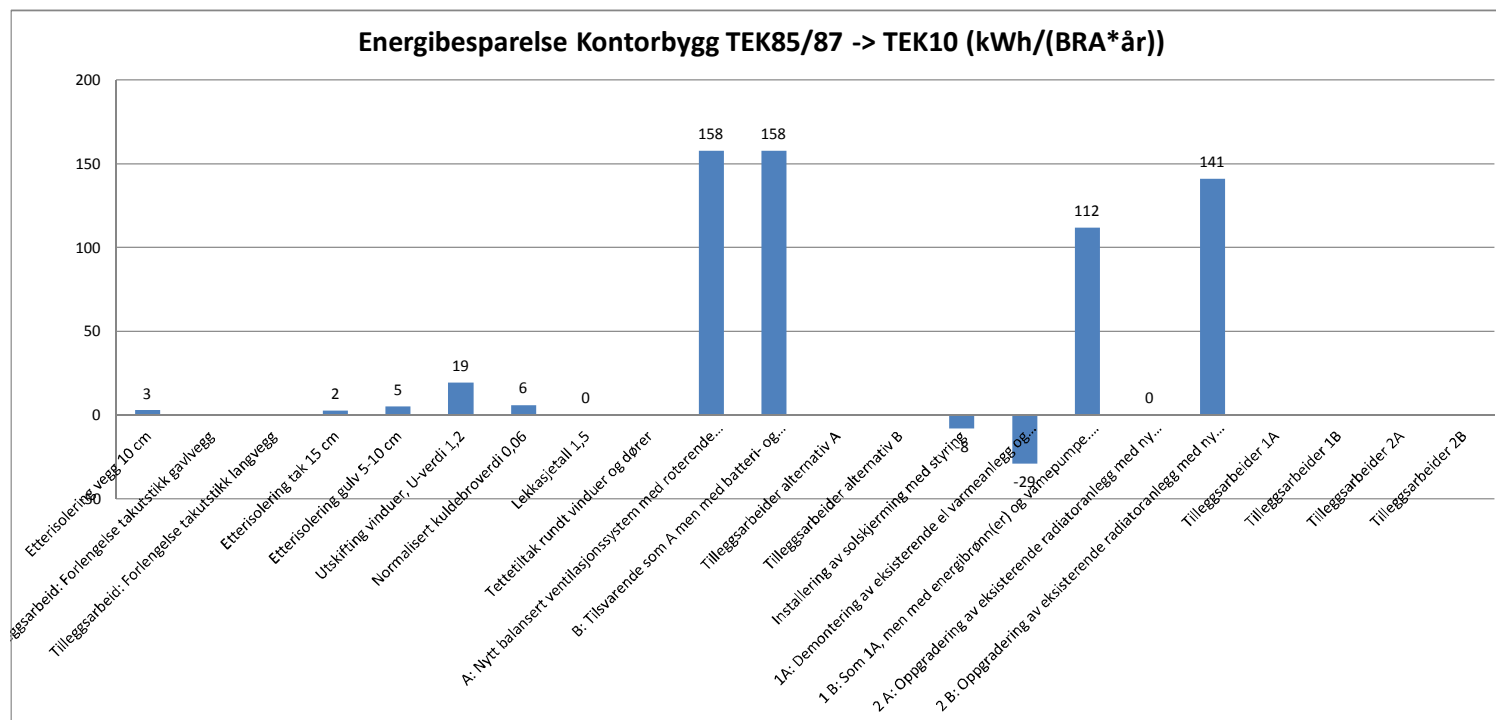


1985

TEK10

KONTORBYGG		BRA 3600		m2	Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva			nkr/BRA	Energi- besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Eksisterende situasjon	Tiltak	Enhet	Mengde	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy			
Bindingsverk, 15 cm isolasjon	Etterisolering vegg 10 cm	m ²	796	1280	815 000	1 019 000	1 223 000	1 019 000	1 274 000	1 529 000	350	3	126
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk gavlvegg	lm	120	520	50 000	62 000	74 000	63 000	78 000	93 000	20		
	Tilleggsarbeid: Forlengelse takutstikk langvegg	lm	120	780	75 000	94 000	113 000	94 000	118 000	141 000	30		
Kompakt tak, 20 cm isolasjon	Etterisolering tak 15 cm	m ²	1200	1070	1 027 000	1 284 000	1 541 000	1 284 000	1 605 000	1 926 000	450	2	186
Gulv på grunn, Uisolert/5cm cm isolasjon	Etterisolering gulv 5-10 cm	m ²	1200	3670	3 523 000	4 404 000	5 285 000	4 404 000	5 505 000	6 606 000	1530	5	294
Vinduer U-verdi 2,4	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2	m ²	720	10560	6 082 000	7 603 000	9 124 000	7 603 000	9 504 000	11 405 000	2640	19	137
Normalisert kuldebroverdi 0,12	Normalisert kuldebroverdi 0,06	m ²			0	0	0	0	0	0	0	6	
Lekkasjetall 1,5	Lekkasjetall 1,5	m ²			0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tettetiltak rundt vinduer og dører	m ²	720	843	486 000	607 000	728 000	608 000	759 000	910 000	210		
	A: Nytt balansert ventilasjonssystem med roterende varmegjenvinner og med min årsvirkningsgrad 80%.	m ²	3600	859	2 164 000	3 092 000	4 020 000	2 705 000	3 865 000	5 025 000	1070	158	7
	B: Tilsvarende som A men med batteri- og varmepumpegjenvinner med tilsvarende eller bedre årsvirkningsgrad.	m ²	3600	1015	2 558 000	3 654 000	4 750 000	3 198 000	4 568 000	5 938 000	1270	158	8
	Tilleggsarbeider alternativ A	m ²	3600	104	262 000	374 000	486 000	328 000	468 000	608 000	130		
	Tilleggsarbeider alternativ B	m ²	3600	122	307 000	439 000	571 000	384 000	549 000	714 000	150		
Ikke installert	Installering av solskjerming med styring	m ²	720	1550	893 000	1 116 000	1 339 000	1 116 000	1 395 000	1 674 000	390	-8	-48
Elektriske panelovner i alle kontorer og fellesarealer.	1A: Demontering av eksisterende el varmeanlegg og installasjon av ur/termostatstyrt vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning	m ²	3600	536	1 351 000	1 930 000	2 509 000	1 689 000	2 413 000	3 136 000	670	-29	-23
Elektriske panelovner i alle kontorer og fellesarealer.	1 B: Som 1A, men med energibrønn(er) og vamepumpe. Elektrisk spisslastkjel.	m ²	3600	1571	3 959 000	5 656 000	7 353 000	4 949 000	7 070 000	9 191 000	1960	112	18
Vannbårent varmeanlegg med radiatorer/konvektorer i alle rom. Elektrisk eller oljefyrt kjel.	2 A: Oppgradering av eksisterende radiatoranlegg med ny styring og fjernvarme.	m ²	3600	154	388 000	554 000	720 000	485 000	693 000	900 000	190	0	
Vannbårent varmeanlegg med radiatorer/konvektorer i alle rom. Elektrisk eller oljefyrt kjel.	2 B: Oppgradering av eksisterende radiatoranlegg med ny styring og med energibrønn(er) og vamepumpe.	m ²	3600	1134	2 857 000	4 082 000	5 307 000	3 571 000	5 103 000	6 634 000	1420	141	10
	Tilleggsarbeider 1A	m ²	3600	64	161 000	230 000	299 000	201 000	288 000	374 000	80		
	Tilleggsarbeider 1B	m ²	3600	189	476 000	680 000	884 000	595 000	850 000	1 105 000	240		
	Tilleggsarbeider 2A	m ²	3600	19	48 000	68 000	88 000	60 000	85 000	110 000	20		
	Tilleggsarbeider 2B	m ²	3600	136	343 000	490 000	637 000	429 000	613 000	796 000	170		
Alle tiltak Ventilasjon A & Varmeløsning 1A					15 385 000	19 936 000	24 487 000	19 231 000	24 920 000	30 609 000	6920	182	38
Alle tiltak Ventilasjon A & Varmeløsning 1B					18 308 000	24 112 000	29 916 000	22 885 000	30 140 000	37 395 000	8370	211	40
Alle tiltak Ventilasjon B & Varmeløsning 2A					14 748 000	19 025 000	23 302 000	18 435 000	23 781 000	29 128 000	6610	211	31
Alle tiltak Ventilasjon B & Varmeløsning 2B					17 512 000	22 975 000	28 438 000	21 890 000	28 719 000	35 548 000	7980	240	33



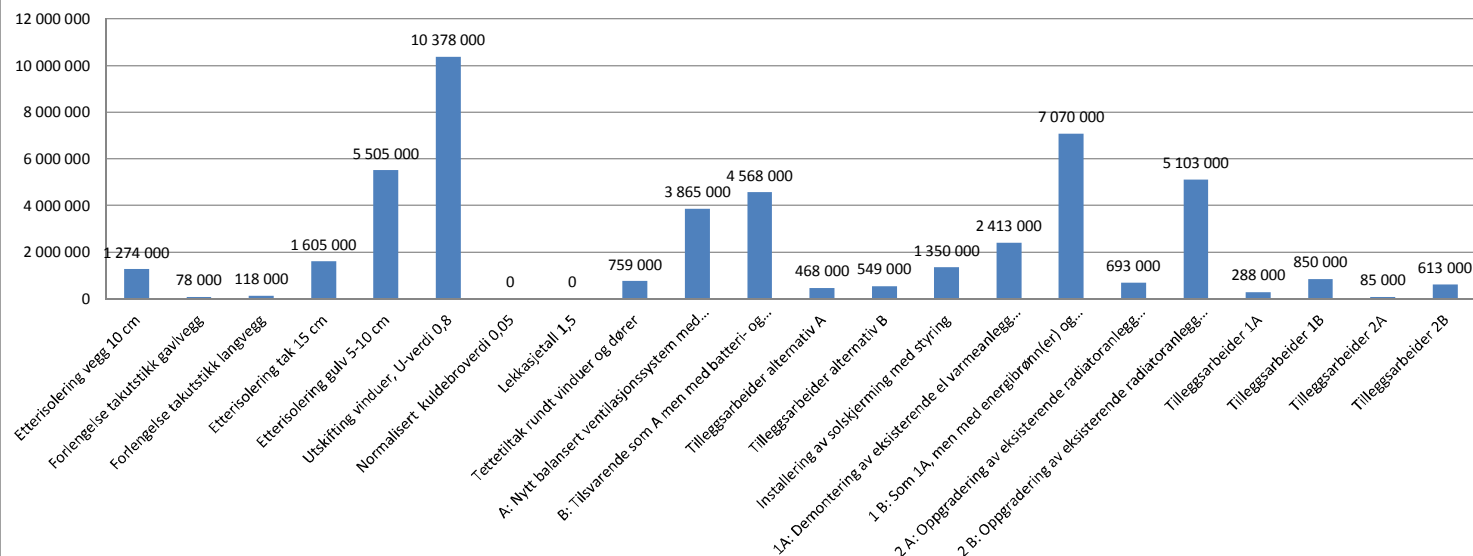


1985

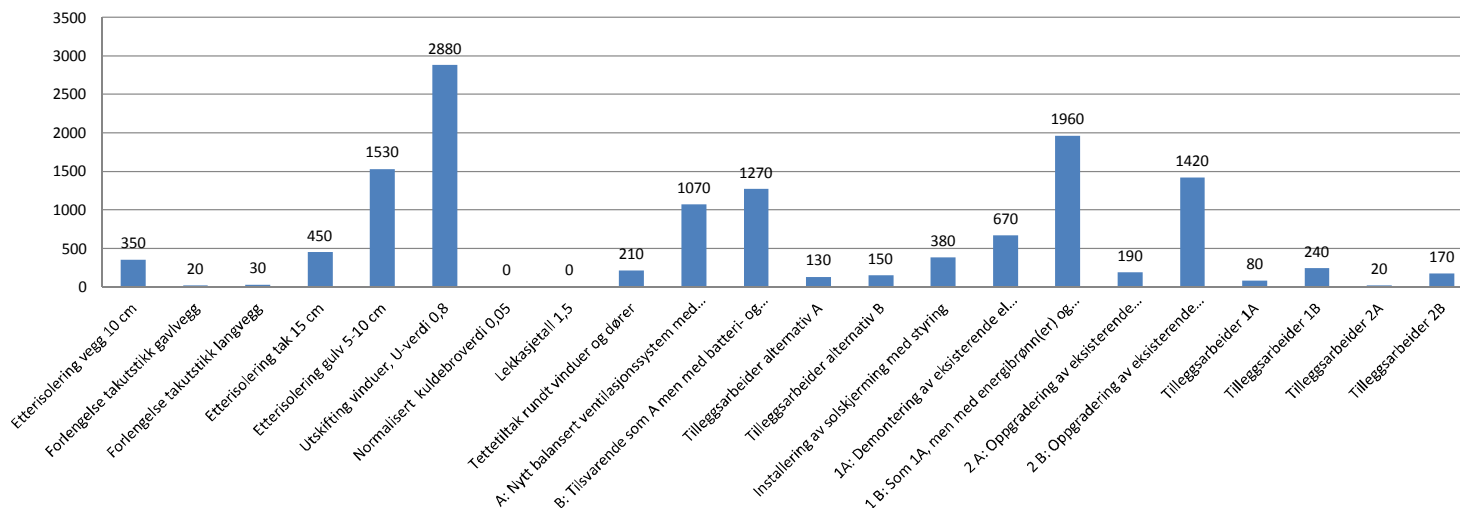
Lavenergi

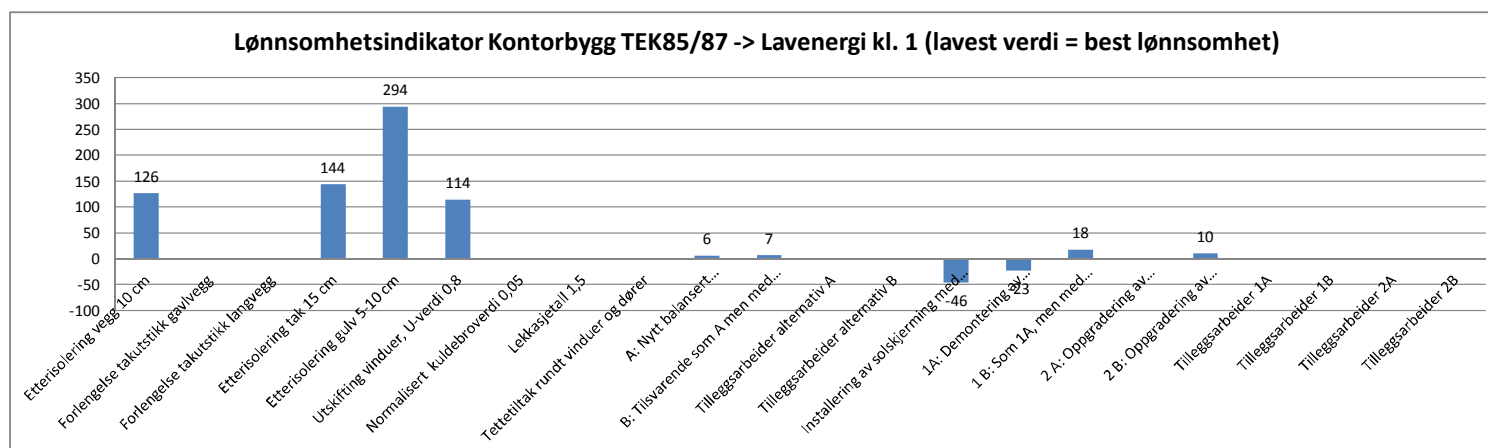
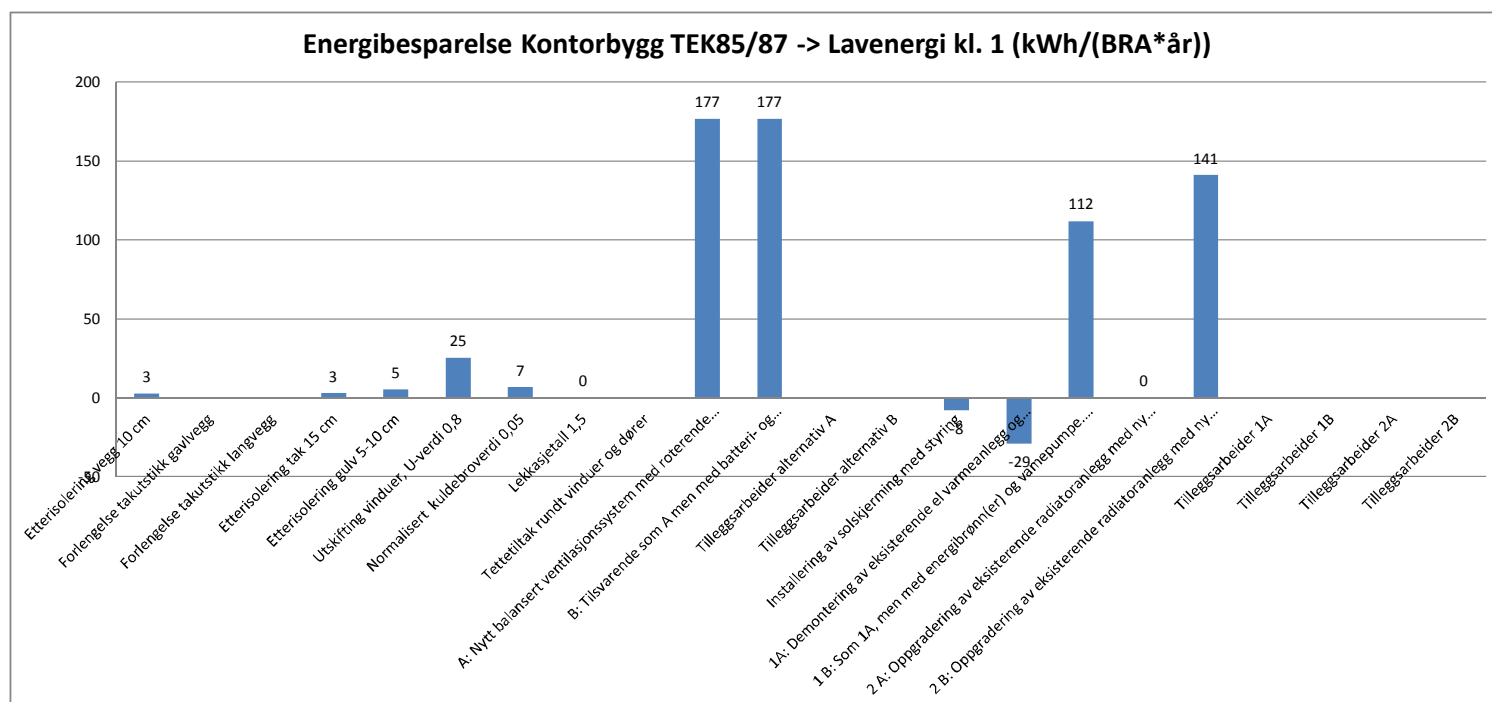
KONTORBYGG		Tiltakskostnad eks. mva			Tiltakskostnad inkl. mva				Energi- besp. kWh/BRAår	Lønnsomhet
Tiltak	Enh.pris	Lav	Normal	Høy	Lav	Normal	Høy	nkr/BRA		
Etterisolering vegg 10 cm	1280	815 000	1 019 000	1 223 000	1 019 000	1 274 000	1 529 000	350	3	126
Forlengelse takutstikk gavlvegg	520	50 000	62 000	74 000	63 000	78 000	93 000	20		
Forlengelse takutstikk langvegg	780	75 000	94 000	113 000	94 000	118 000	141 000	30		
Etterisolering tak 15 cm	1070	1 027 000	1 284 000	1 541 000	1 284 000	1 605 000	1 926 000	450	3	144
Etterisolering gulv 5-10 cm	3670	3 523 000	4 404 000	5 285 000	4 404 000	5 505 000	6 606 000	1530	5	294
Utsifting vinduer, U-verdi 0,8	11530	6 642 000	8 302 000	9 962 000	8 303 000	10 378 000	12 453 000	2880	25	114
Normalisert kuldebroverdi 0,05		0	0	0	0	0	0	0	7	
Lekkasjetall 1,5		0	0	0	0	0	0	0	0	
Tettetiltak rundt vinduer og dører	843	486 000	607 000	728 000	608 000	759 000	910 000	210		
A: Nytt balansert ventilasjonssystem med roterende varmegjenvinner og med min årsvirkningsgrad 80%.	859	2 164 000	3 092 000	4 020 000	2 705 000	3 865 000	5 025 000	1070	177	6
B: Tilsvarende som A men med batteri- og varmepumpegjenvinner med tilsvarende eller bedre årsvirkningsgrad.	1015	2 558 000	3 654 000	4 750 000	3 198 000	4 568 000	5 938 000	1270	177	7
Tilleggsarbeider alternativ A	104	262 000	374 000	486 000	328 000	468 000	608 000	130		
Tilleggsarbeider alternativ B	122	307 000	439 000	571 000	384 000	549 000	714 000	150		
Installering av solskjerming med styring	1500	864 000	1 080 000	1 296 000	1 080 000	1 350 000	1 620 000	380	-8	-46
1A: Demontering av eksisterende el varmeanlegg og installasjon av ur/termostatstyrt vannbårent anlegg med fjernvarmetilknytning	536	1 351 000	1 930 000	2 509 000	1 689 000	2 413 000	3 136 000	670	-29	-23
1 B: Som 1A, men med energibrønn(er) og vamepumpe. Elektrisk spisslastkjel.	1571	3 959 000	5 656 000	7 353 000	4 949 000	7 070 000	9 191 000	1960	112	18
2 A: Oppgradering av eksisterende radiatoranlegg med ny styring og fjernvarme.	154	388 000	554 000	720 000	485 000	693 000	900 000	190	0	
2 B: Oppgradering av eksisterende radiatoranlegg med ny styring og med energibrønn(er) og vamepumpe.	1134	2 857 000	4 082 000	5 307 000	3 571 000	5 103 000	6 634 000	1420	141	10
Tilleggsarbeider 1A	64	161 000	230 000	299 000	201 000	288 000	374 000	80		
Tilleggsarbeider 1B	189	476 000	680 000	884 000	595 000	850 000	1 105 000	240		
Tilleggsarbeider 2A	19	48 000	68 000	88 000	60 000	85 000	110 000	20		
Tilleggsarbeider 2B	136	343 000	490 000	637 000	429 000	613 000	796 000	170		
Alle tiltak Ventilasjon A & Varmeløsning 1A		15 945 000	20 635 000	25 325 000	19 931 000	25 794 000	31 656 000	7170	205	35
Alle tiltak Ventilasjon A & Varmeløsning 1B		18 868 000	24 811 000	30 754 000	23 585 000	31 014 000	38 443 000	8620	229	38
Alle tiltak Ventilasjon B & Varmeløsning 2A		15 308 000	19 724 000	24 140 000	19 135 000	24 655 000	30 175 000	6850	235	29
Alle tiltak Ventilasjon B & Varmeløsning 2B		18 072 000	23 674 000	29 276 000	22 590 000	29 593 000	36 595 000	8220	258	32

Kostnader Kontorbygg TEK85/87 -> Lavenergi kl. 1 (NKR)



Kostnader Kontorbygg TEK85/87 -> Lavenergi kl. 1 (NKR/BRA)





6. Kostnadsoptimalitet nybygg

6.1 Grunnlag

For nybygg er det beregnet kostnader ved oppføring på passivhusnivå sammenlignet med oppføring etter dagens forskriftskrav (TEK10). Kostnadene framkommer dermed som merkostnad/kostnadsreduksjon ved å bygge på passivhusnivå i stedet for etter TEK10.

Prosjekteringskostnader er ikke medregnet da det for de fleste prosjektene, både mindre (småhus/rekkehus) og større bygg (blokker og kontorbygg) er basert på generelt utviklede detaljer og prinsipper¹.

Byggenæringen og næringens regelverk er og har alltid vært i endring. Dette vil alltid medføre merkostnader i overgangsfaser. Ved en eventuell overgang fra TEK 10 til krav om passivhusnivå må man forvente tilsvarende merkostnader i begynnelsen. I våre beregninger har vi ikke tatt hensyn til denne "overgangskostnaden".

Parallelt med dette prosjektet er det i et par andre prosjekter gjort undersøkelser av kostnader og en avgrenset analyse av priser på passivhus/-leiligheter, der en også har sett på argumenter og begrunnelser for fortrinn ved passivhus kontra hus bygget etter forskriftene (TEK10).

Disse undersøkelsene og henvendelsene til bransjebedrifter om faktiske kostnader for passivhus kontra TEK10-hus støter på de samme problemene med fastsetting av kostnader og priser, som vi har i dette prosjektet. Mesterhus, som kalkulerer grunnlagspriser for byggmestere i sin kjede har "teoretiske kalkyler", men ønsker ikke å gå ut med disse da de kun er retningsgivende og interne. De mener det kan være direkte misvisende å gå ut med dem, da de faktiske kostnadene for den enkelte byggmester vil variere sterkt avhengig av rammeavtaler med leverandører, priser på underentrepriser, effektiviteten på "egne arbeider" osv.

Block Watne mener særlig at momentet med variasjon i produktivitet gjør kostnader svært vanskelig å anslå og derved oppgitt som et allment og felles utgangspunkt. Den mangeårige utviklingen av planleggings- og produksjonsprosesser i bedriften, kombinert med prioritering av feltutbygging, gir en effektivitet og et kostnadsbilde som avviker sterkt fra produksjon av enkelthus/mindre serier.

I et av de parallelle prosjektene er det gjort et "snitt" av annonserte "passivhus" for salg i november 2012 for å få et bilde av omfanget av slike boliger som nå tilbys markedet og til hvilke priser. Se tabell 6.1

Tabell 6.1: Oversikt over alle boligannonser (29 forskjellige) med passivhus nevnt i annonsen (og med et reelt innhold) på www.finn.no i uke 47 i november 2012. De 29 annonsene representerer 327 boliger/boenheter og er gruppert etter leilighetstype. Kolonnen "Antall" angir antallet boenheter i annonsen/det annonserte prosjekt.

P.nr	Sted	Eieform	Type	BRA m ²	Utbudspris	Pris/m ²	Antall*
2412	Sørskogbygda	Selveie	Enebolig	166	2 990 000	18 012	2
2409	Elverum	Selveie	Enebolig	166	3 490 000	21 024	3
7500	Stjørdal	Selveie	Enebolig	242	5 900 000	24 380	1
5918	Frekhaug	Selveie	Enebolig	122	3 650 000	29 918	2
3179	Åsgårdstrand	Selveie	Enebolig	276	9 350 000	33 877	1
1482	Nittedal	Selveie	Enebolig	178	6 198 000	34 820	3
4015	Stavanger	Selveie	Enebolig	200	9 490 000	47 450	3
2020	Skedsmokorset	Borettslag	Leilighet	53	1 050 000	19 811	1
2020	Skedsmokorset	Borettslag	Leilighet	63	1 450 000	23 016	1

¹ 321.521 Passivhus. Eksempler på bygninger i Norge. Byggforskserien 2012. 472.435 Passivhus i tre. Eksempler på detaljer for varmeisolering og tetting. Byggforskserien 2012

2072	Dal	Selveie	Leilighet	113	2 630 000	23 274	4
7670	Inderøy	Selveie	Leilighet	117	3 990 000	34 103	11
5914	Isdalstø	Andelsleilighet	Leilighet	50	1 715 000	34 300	5
4656	Hamresanden	Selveie	Leilighet	71	2 670 000	37 606	1
7048	Trondheim	Selveie	Leilighet	74	2 990 000	40 405	22
1283	Oslo	Borettslag	Leilighet	132	5 395 000	40 871	34
5145	Fyllingsdalen	Borettslag	Leilighet	85	3 593 783	42 280	1
9511	Alta	Selveie	Leilighet	114	5 000 000	43 860	10
4005	Stavanger	Selveie	Leilighet	90	3 990 000	44 333	66
5081	Bergen	Selveie	Leilighet	94	4 200 000	44 681	13
4656	Hamresanden	Selveie	Leilighet	72	3 290 000	45 694	1
7048	Trondheim	Selveie	Leilighet	178	8 800 000	49 438	42
0284	Oslo	Selveie	Tomannsbolig	170	7 990 000	47 000	2
7048	Trondheim	Selveie	Rekkehus	141	4 175 000	29 610	1
7048	Trondheim	Selveie	Rekkehus	141	4 380 000	31 064	1
7048	Trondheim	Selveie	Rekkehus	132	4 250 000	32 197	22
1285	Oslo	Selveie	Rekkehus	122	4 280 000	35 082	5
2008	Fjerdingsby	Selveie	Rekkehus	82	2 890 000	35 244	43
7048	Trondheim	Selveie	Rekkehus	133	4 790 000	36 015	22
4005	Stavanger	Selveie	Rekkehus	154	6 390 000	41 494	4

Vi ser den vanlige variasjonen i m²-priser på "passivhusene" lik den vi ser for andre boliger tilbudt i markedet. Det er geografisk/lokal beliggenhet, etterspørsel, markedsbetingelser osv. som utgjør den store forskjellen i prisene. Ser en kostnader og kostnadsvariasjon i denne sammenhengen, med en variasjon i m²-priser på eneboliger som f.eks. varierer fra rundt 18 000 til 47 000, kan det virke ganske meningsløst å diskutere om produksjonskostnaden øker eller holder seg rundt samme nivå når kvaliteten på bygget øker fra TEK 10-standard til passivhus.

Det som dette utsnittet fra www.finn.no ikke sier noe om, er om produksjonskostnaden følger prisenivået i annonsene eller om prisen byggforetaket/byggmesteren opererer med (ofte i sterk konkurranse) følger andre mekanismer. Uten at dette er undersøkt nærmere kan vi likevel se noe av utfordringene foretak/byggmestre utenfor pressområdene må håndtere når en standardøkning/økte krav skal realiseres. (Se eksemplene fra Sørskogbygda, Elverum og Frekhaug – eneboliger, og Skedsmokorset og Isdalstø – leiligheter).

6.2 Resultater

Resultatene fra analysen er vist som merkostnader per tiltak, og samlet merkostnad for å gå fra TEK10 til passivhus. Det er valgt å kun vise besparelse i energibruk og energikostnad for alle tiltak samlet, da merkostnader (og besparelser) mellom ulike tiltak er sterkt koblet. F.eks. er reduksjon av kostnader til oppvarmingsanlegg avhengig av de andre energireduserende tiltakene på bygningskropp og ventilasjon. Energibesparelser er tatt fra SIMIEN-simuleringene, og er basert på beregnet levert energi (i dette tilfellet elektrisitet). Dette er beregnet over til energikostnad ved en antatt energipris(el-pris) på 1 kr per kWh.

Det er mange måter å beregne lønnsomhet, som nåverdi, inntjeningsstid, internrente, med flere. Det er her valgt å vise lønnsomhet for å gå fra TEK10 til passivhusnivå ved å beregne såkalt enkel tilbakebetalingstid (simple payback, T):

$$T = \frac{\text{Total merkostnad}}{\text{Årlig energikostnadsbesparelse}}$$

Denne tilbakebetalingstiden tar ikke hensyn til bl.a. renter, generell inflasjon og energi-inflasjon, men gir et enkelt og lett forståelig uttrykk for lønnsomheten.

6.2.1 Resultater småhus

Ut fra erfaringer blant annet fra gjennomførte passivhusprosjekter er det laget en kostnadseffektiv tiltakspakke som tilfredsstiller kravene i NS 3700. Merkostnader for de ulike tiltakene er vist i tabell 6.2. Merkostnader er inkludert mva.

Tabell 6.2: Merkostnader (inkl. mva) tiltak for å gå fra TEK10 til passivhus etter NS3700, for en enebolig på 175 m².

Tiltak	TEK10	Passivhus	Merkostnad*
1. Bygging under telt	-	-	0 kr/m ²
2. Tetthetsmåling	-	-	40 kr/m ²
3. Yttervegg	0,18 W/m ² K	0,11 W/m ² K	350 kr/m ²
4. Yttertak	0,13 W/m ² K	0,10 W/m ² K	150 kr/m ²
5. Gulv på grunn	0,15 W/m ² K	0,09 W/m ² K	60 kr/m ²
6. Vinduer og dører	1,2 W/m ² K	0,75 W/m ² K	200 kr/m ²
7. Lekkasjetall	2,5 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	150 kr/m ²
8. Ventilasjon	SFP = 2,5 kW/m ³ /s η = 70 %	SFP = 1,5 kW/m ³ /s η = 85 %	20 kr/m ²
9. Belysning og utstyr	-	-	0 kr/m ²
10. Oppvarmingssystem, effektbehov	30 W/m ²	15 W/m ²	-180 kr/m ²
11. Pipe og ildsted	-	-	-300 kr/m ²
12 Energiforsyning (Solfanger)	-	-	300 kr/m ²
SUM			790 kr/m²

* Merkostnaden er oppgitt per kvm bruksareal (BRA).

Forutsetninger for de ulike tiltakene er:

1. Bygging under telt kan være en metode som enkelte produsenter prioriterer, flertallet ikke. Vi har fått estimert kostnaden til bygging under telt til 75 000 kr per bolig, som i dette tilfellet utgjør 430 kr/m². Ved oppføring av bygget i vintersesongen vil telt også øke produktiviteten, så det er feil å regne det som en netto merkostnad. Men det er altså valgt og ikke ta dette med som en merkostnad ved bygging av passivhus.
2. Utføring av tetthetsmåling AS-BUILT (ferdigstillelse) er estimert til 5000-6000 kr per bolig, som er avrundet til 40 kr per kvm BRA.
3. Det er forutsatt at man for TEK10 utførelse har bindingsverksvegg med 36x198 mm med 5 cm innvendig utforing (48x48 mm). Passivhusløsningen er en dobbeltveggsløsning med 100 mm (36 x 98 mm) + 150 mm (kont. isolasjon) + 100 mm (48 x 98 mm). Forutsatt brukt isolasjon i klasse 33. Merkostnad er beregnet/estimert til 350-400 kr per kvm vegg. Dette er avrundet til 350 kr per kvm BRA.
4. Bygningsmodellen har saltak med kaldt loft og 48x98 mm undergurt. Det er brukt isolasjon klasse 33 for begge utførelser. For TEK10 er isolasjonen 250 mm, som økes til 350 mm for passivhusutførelse. Merkostnad for dette er estimert til 150 kr per kvm himling mot kaldt loft. Siden merkostnad her er veldig avhengig av om man har skråtaksløsning (høyere merkost) eller kaldtlofts-løsning (mindre merkost), er det konservativt valgt å doble denne merkostnaden til 300 kr per kvm takflate. Det er derfor beregnet en merkostnad på 150 kr per kvm BRA.

5. For gulv på grunn er det nødvendig med 250 mm EPS isolasjon for TEK10, mens passivhusutførelse har behov for 350 mm. Merkostnad er beregnet til 60 kr per kvm BRA.
6. Merkostnaden for å gå fra to-lags vinduer med U-verdi på 1,2 W/m²K (TEK10) til tre-lags med U-verdi på 0,75 W/m²K er ut fra konkrete byggeprosjekter estimert til ca. 1000-1100 kr per kvm vindu. Dører er anslått til å ha ca. samme kostnadsbilde. Avrundet gir dette en merkostnad på 200 kr per kvm BRA.
7. Basert på erfaringer fra konkrete passivhusprosjekter er merkostnaden for å gå fra et lekkasjetall på 2,5 (TEK10) til 0,6 (Passivhus) ca. 150 kr per kvm BRA. Det er da regnet med ekstra materialkostnader (tape, mansjetter, o.l.) og ekstra arbeidstid.
8. Boligventilasjonsleverandører oppgir at man vanligvis kan bruke samme aggregat for passivhus som for TEK10, men vi har her konservativt antatt at man går opp en aggregatstørrelse med anslått merkostnad på 3000-3500 kr. Dette er avrundet til 20 kr per kvm BRA.
9. For belysning og utstyr er det ingen beregningsmessig forskjell på i TEK10 og passivhus etter NS3700. Derfor heller ikke noen merkostnader.
10. Det er behov for ca. halvparten av installert oppvarmingseffekt i et passivhus (15 W/m²) ifht. et en TEK10 (30 W/m²) enebolig. Mht. til merkostnad er det avgjørende om man regner at TEK10 bygget og passivhuset har vannbåren varme eller er elektrisk oppvarmet. Vi har her antatt at både TEK10 og passivhuset har vannbåren varme. Basert på Enova-rapport om kostnader for vannbåren varme laget av prognosesenteret, ligger disse på 650 - 750 kr per kvm BRA (inkluderer ikke varmesentral) for nye boliger. Med installert effekt på 30-35 W/m² (nye boliger og yrkesbygg), blir kostnad per installert Watt på 20-25 kr. Siden det er usikkerhet med hensyn til om el eller vannbåren er det riktig utgangspunktet(referansen), er denne kostnaden konservativt redusert med 50 % til 12 kr per watt installert. Spart investering i passivhus er ut fra dette beregnet til 180 kr per kvm BRA.
11. For passivhus faller krav til pipe og ildsted ut, i motsetning til en TEK10 enebolig. Kostnaden for pipe + enkelt ildsted (vedovn) er i et konkret byggeprosjekt beregnet til ca. 55 000 kr. Dette er avrundet til 300 kr per kvm BRA.
12. For TEK10-småhus gjelder ikke kravet til energiforsyning dersom netto varmebehov beregnes til mindre enn 15 000 kWh/år eller kravet fører til merkostnader over boligbygningens livsløp, men det stilles da krav til at bygget har skorstein og lukket ildsted.

Som det fremkommer er merkostnaden på 790 kr per kvm BRA basert på en rekke antagelser. F.eks. vil man øke merkostnaden til over 1500 kr per kvm BRA for passivhuset hvis man legger til grunn at det må bygges under telt, og at man må gå over fra elektrisk til vannbåren varme. På den andre siden vil man kunne redusere til under 400 kr per kvm BRA hvis f.eks. kostnaden til vinduer går ned (veldig sannsynlig) man optimaliserer metodikken for lave luftlekkasjer (flere aktører påstår at det er neglisjerbare merkostnader) og man har yttertaksløsning med kaldt loft.

Energisimulering av eneboligen med TEK10 og passivhus-standard gir et behov for levert energi på hhv. 135 og 70 kWh/m²år, dvs. en årlig besparelse på 65 kWh/m²år. Dette gir reduserte energikostnader og tilbakebetalingstid som vist i tabell 6.3.

Tabell 6.3. Beregnede nøkkeldata for eneboligen (småhus).

Energibesparelse	65 kWh/m ² år
Redusert årlig energikostnad	65 kr/m ² år
Merkostnad passivhus	790 kr/m ²
Tilbakebetalingstid (simple payback)	12,2 år

6.2.2 Resultater leilighetsbygg

Som for leilighetsbygget er det laget en kostnadseffektiv tiltakspakke som tilfredsstiller kravene i NS 3700. Merkostnader for de ulike tiltakene er vist i tabell 6.4. Merkostnader er inkludert mva.

Tabell 6.4. Merkostnader (inkl. mva) tiltak for å gå fra TEK10 til passivhus etter NS3700 for et leilighetsbygg på 900 m².

Tiltak	TEK10	Passivhus	Merkostnad*
1. Bygging under telt	-	-	0 kr/m ²
2. Tetthetsmåling	-	-	30 kr/m ²
3. Yttervegg	0,18 W/m ² K	0,14 W/m ² K	130 kr/m ²
4. Yttertak	0,13 W/m ² K	0,09 W/m ² K	50 kr/m ²
5. Gulv på grunn	0,13 W/m ² K	0,09 W/m ² K	40 kr/m ²
6. Vinduer og dører	1,2 W/m ² K	0,80 W/m ² K	170 kr/m ²
7. Normalisert kuldebroverdi	0,06 W/m ² K	0,03 W/m ² K	0 kr/m ²
8. Lekkasjetall	1,5 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	100 kr/m ²
9. Ventilasjon	SFP = 2,5 kW/m ³ /s η = 70 %	SFP = 1,5 kW/m ³ /s η = 85 %	40 kr/m ²
10. Belysning og utstyr	-	-	0 kr/m ²
11. Oppvarmingssystem, effektbehov	25 W/m ²	14 W/m ²	-130 kr/m ²
12. Pipe og ildsted	-	-	0 kr/m ²
13 Energiforsyning (Solfanger)	-	-	0 kr/m ²
SUM			430 kr/m²

* Merkostnaden er oppgitt per kvm bruksareal (BRA).

Forutsetninger for de ulike tiltakene er:

Forutsatt råbygg i betong, lettak i tre. Mindre behov for telt. Antatt ikke behov for telt.

1. Forutsatt råbygg i betong som kan tettes utvendig. Fuktsikring i byggefase kan gjøres med tildekket stillas. Antatt ikke behov for telt.
2. Utføring av tetthetsmåling AS-BUILT (ferdigstillelse) er estimert til 2500 kr per leilighet (12 leiligheter). Dette er avrundet til 30 kr per kvm BRA.
3. For TEK10 er det antatt utfyllende 15 cm bindingsverk (36 x 148 mm) som er isolert utvendig med 30 mm murplate og utvendig forblendet med tegl (U = 0,18). For passivhusnivå er bindingsverket økt til 20 cm (36 x 198 mm) og murplate økt til 50 mm. Merkostnad for passivhus er estimert til 250-300 kr per kvm vegg. Dette er avrundet til 130 kr per kvm BRA.
4. Det er antatt yttertak i betong med kompakttak-løsning. TEK10 har 28 cm EPS, som økes til 40 cm for passivhuset. Merkostnad for dette er estimert til 150-200 kr per kvm yttertaksflate. Merkostnad er avrundet til 50 kr per kvm BRA.
5. For gulv på grunn er det nødvendig med 200 mm EPS isolasjon for TEK10, mens passivhusutførelse har behov for 350 mm. Merkostnad er beregnet til 40 kr per kvm BRA.
6. Merkostnaden for å gå fra to-lags vinduer med U-verdi på 1,2 W/m²K (TEK10) til tre-lags med U-verdi på 0,80 W/m²K er ut fra konkrete byggeprosjekter estimert til ca. 800-900 kr per kvm vindu. Dører er anslått til å ha ca. samme kostnadsbilde. Avrundet gir dette en merkostnad på 170 kr per kvm BRA.
7. Merkostnader for å redusere normalisert kuldebroverdi fra 0,06 til 0,03W/m²K er innbakt i merkostnad for vegg, tak og gulv.

8. Basert på erfaringer fra konkrete passivhusprosjekter er merkostnaden for å gå fra et lekkasjetall på 1,5 (TEK10) til 0,6 (Passivhus) ca. 100 kr per kvm BRA (mindre ytterareal per kvm BRA ifht. enebolig). Det er da regnet med ekstra materialkostnader (tape, mansjetter, o.l.) og ekstra arbeidstid.
9. Boligventilasjonsleverandører oppgir at man vanligvis kan bruke samme aggregat for passivhus som for TEK10, men vi har her konservativt antatt at man går opp en aggregatstørrelse med anslått merkostnad på 3000 kr. Dette er avrundet til 40 kr per kvm BRA.
10. For belysning og utstyr er det ingen beregningsmessig forskjell på i TEK10 og passivhus etter NS3700. Derfor heller ikke noen merkostnader.
11. Det er behov for ca. 25 W/m² installert oppvarmingseffekt i et TEK10 bygget, som reduseres til 14 W/m² passivhus. Vi har her antatt at både TEK10 og passivhuset har vannbåren varme. Basert på Enova-rapport om kostnader for vannbåren varme laget av prognosesenteret, ligger disse på 650 - 750 kr per kvm BRA (inkluderer ikke varmesentral) for nye boliger. Med installert effekt på 30-35 W/m² (nye boliger og yrkesbygg), blir kostnad per installert Watt på 20-25 kr. Siden det er usikkerhet med hensyn til om el eller vannbåren er det riktig utgangspunktet(referansen), er denne kostnaden konservativt redusert med 50 % til 12 kr per watt installert. Spart investering i passivhus er ut fra dette beregnet til 130 kr per kvm BRA.
12. For er ikke krav til pipe eller ildsted i hverken TEK10 eller passivhuset. Derfor ingen forskjell i kostnad her.
13. Krav til energiforsyning i TEK10 er forutsatt dekket av luft-vann varmepumpe med årsvarmefaktor på 2,2, som dekker 40 % av det totale varmebehovet. Det samme anlegget antas brukt i passivhuset, men er da beregnet å dekke 60 % av varmebehovet pga. betydelig lavere varmebehov. Årsvarmefaktoren er også estimert å øke til 2,5 siden det er betydelig mindre varmebehov for passivhuset i de kaldeste periodene, sammenlignet med TEK10 bygget. Varmepumpen overoppfyller kravet til energiforsyning i NS3700. Siden samme varmepumpeanlegget brukes i begge tilfeller er merkostnad satt til 0 kr per kvm BRA.

Også her er merkostnaden på 430 kr per kvm BRA basert på en rekke antagelser. F.eks. vil man øke merkostnaden til over det dobbelte hvis man legger til grunn at det må bygges under telt. På den andre siden vil man kunne redusere til ned mot 0 kr per kvm BRA hvis f.eks. kostnaden til vinduer går ned, man optimaliserer metodikken for lave luftlekkasjer og hvis man kan fullt ut ta inn besparelsen i forenklingen av det vannbårne varmeanlegget.

Energisimulering av leilighetsbygget for TEK10 og passivhus-standard gir et behov for levert energi på hhv. 96 og 63 kWh/m²år, dvs. en årlig besparelse på 33 kWh/m²år. Dette gir reduserte energikostnader og tilbakebetalingstid som vist i tabell 6.5.

Tabell 6.5. Beregnede nøkkeldata for leilighetsbygget.

Energibesparelse	33 kWh/m ² år
Redusert årlig energikostnad	33 kr/m ² år
Merkostnad passivhus	430 kr/m ²
Tilbakebetalingstid (simple payback)	13 år

6.2.3 Resultater kontorbygg

Ut fra energisimuleringer viser det seg at det ikke er nødvendig å gjøre bygningstekniske tiltak på vegg, tak og gulv. Kun bedre vinduer/dører og reduserte luftlekkasjer og kuldebroer, sammen med tiltak på tekniske installasjoner er nødvendig for å tilfredsstille krav til passivhus

i NS3701. Merkostnader for de ulike tiltakene er vist i tabell 6.6. Merkostnader er inkludert mva.

Tabell 6.6. Merkostnader (inkl. mva) tiltak for å gå fra TEK10 til passivhus etter NS3701 for et kontorbygg på 3600 m².

Tiltak	TEK10	Passivhus	Merkostnad*
1. Bygging under telt	-	-	0 kr/m ²
2. Tetthetsmåling	-	-	15 kr/m ²
3. Yttervegg	0,18 W/m ² K	0,18 W/m ² K	0 kr/m ²
4. Yttertak	0,13 W/m ² K	0,13 W/m ² K	0 kr/m ²
5. Gulv på grunn	0,13 W/m ² K	0,13 W/m ² K	0 kr/m ²
6. Vinduer og dører	1,2 W/m ² K	0,80 W/m ² K	200 kr/m ²
7. Normalisert kuldebroverdi	0,06 W/m ² K	0,03 W/m ² K	100 kr/m ²
8. Lekkasjetall	1,5 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	125 kr/m ²
9. Ventilasjon	SFP = 2,5 kW/m ³ /s η = 80 %	SFP = 1,5 kW/m ³ /s η = 82 %	300 kr/m ²
10. Belysning	8 W/ m ²	4 W/ m ²	170 kr/m ²
11. Oppvarmingssystem, effektbehov	40 W/m ²	25 W/m ²	-180 kr/m ²
12. Kjølesystem, effektbehov	25 W/m ²	15 W/m ²	-120 kr/m ²
13 Energiforsyning	-	-	0 kr/m ²
SUM			610 kr/m²

* Merkostnaden er oppgitt per kvm bruksareal (BRA).

Forutsetninger for de ulike tiltakene er:

1. Forutsatt råbygg i betong som kan tettes utvendig. Fuktsikring i byggefase kan gjøres med tildekket stillas. Antatt ikke behov for telt.
2. Utføring av tetthetsmåling AS-BUILT (ferdigstillelse) utføres med ventilasjonsanlegget, estimert til 45 000 kr for hele bygget. Dette er avrundet til 15 kr per kvm BRA.
3. Som simuleringer viser kan vi bruke samme konstruksjon som for TEK10, derfor ingen merkostnad.
4. Som simuleringer viser kan vi bruke samme konstruksjon som for TEK10, derfor ingen merkostnad.
5. Som simuleringer viser kan vi bruke samme konstruksjon som for TEK10, derfor ingen merkostnad.
6. Merkostnaden for å gå fra to-lags vinduer med U-verdi på 1,2 W/m²K (TEK10) til tre-lags med U-verdi på 0,80 W/m²K er satt til samme som leilighetsbygget, avrundet gir dette en merkostnad på 200 kr per kvm BRA.
7. Siden konstruksjoner vegg, gulv og tak er samme som for TEK10 er det lagt inn betydelig tiltak for å redusere kuldebroer (fra 0,06 til 0,03W/m²K). Det er røft anslått tiltak for 100 kr pr. kvm BRA.
8. Antatt samme merkostnad for å redusere lekkasjetall til 0,6 h⁻¹ som leilighetsbygg, dvs. 125 kr per kvm BRA.
9. Vanligvis må man gå opp en aggregatstørrelse sammenlignet med TEK 10 for å nå krav til SFP og virkningsgrad. I tillegg må man inn med VAV-system som styres etter temperatur, og CO₂ i større soner, samt tilstedeværelsesstyring i mindre rom (kontorer). Totalt merkostnad for ventilasjon er avrundet til 300 kr per kvm BRA. Merkostnaden stemmer godt overens med kostnader fra et reelt byggeprosjekt av passivhusstandard som vi har kjennskap til.

10. Tall hentet fra Lyskulturs publikasjon 19; Lys og energi. Total armatur inkl. styring er kostnadsberegnet til 300-350 kr/kvm. Grovt anslått at 50 % er merkostnad for å halvere snitt effektbehov i driftstiden, dvs. 170 kr per kvm BRA..
11. Det er behov for ca. 49 W/m² installert oppvarmingseffekt i et TEK10 bygget, som reduseres til 30 W/m² i passivhuset etter NS3701. Vi har her antatt at både TEK10 og passivhuset har vannbåren varme. Basert på Enova-rapport om kostnader for vannbåren varme laget av prognosesenteret, ligger disse på 650 - 750 kr per kvm BRA (inkluderer ikke varmesentral) for nye yrkesbygg. Med installert effekt på 40 W/m² (nye boliger og yrkesbygg), blir kostnad per installert Watt på 20-25 kr. Siden en god del av denne effekten kan dekkes av vannbårent varmebatteri sentralt, er denne kostnaden konservativt redusert med 50 % til 12 kr per watt installert. Spart investering for oppvarmingssystem i passivhuset er ut fra dette beregnet til 180 kr per kvm BRA.
12. Det er behov for ca. 25 W/m² installert kjøleeffekt i et TEK10 bygget, som reduseres til 15 W/m² i passivhuset etter NS3701. I mangel av bedre underlag er det antatt samme kostnad per Watt installert kjøling som brukt for vannbåren oppvarming. Spart investering for kjølesystemet i passivhuset er ut fra dette beregnet til 120 kr per kvm BRA. Dette stemmer med verdier fra Norconsults Norsk Prisbok 2010.
13. Krav til energiforsyning i TEK10 er forutsatt dekket av luft-vann varmepumpe med årsvarmefaktor på 2,2, som dekker 60 % av det totale varmebehovet. Det samme anlegget antas brukt i passivhuset, men er da beregnet å dekke 80 % av varmebehovet pga. betydelig lavere varmebehov. Årsvarmefaktoren er også estimert å øke til 2,5 siden det er betydelig mindre varmebehov for passivhuset i de kaldeste periodene, sammenlignet med TEK10 bygget. Siden samme varmepumpeanlegget brukes i begge tilfeller er merkostnad satt til 0 kr per kvm BRA.

Merkostnaden på 480 kr per kvm BRA kan bli både høyere og lavere i konkrete prosjekter. F.eks. vil man øke merkostnaden til over 1000 kr per kvm BRA hvis man legger til grunn at det må bygges under telt, samt at man ikke får utløst den potensielle besparelsen i kjøle- og varmeanlegget. På den andre siden vil man kunne redusere til under 0 kr per kvm BRA hvis f.eks. kostnaden til vinduer går ned, man optimaliserer metodikken for lave luftlekkasjer og hvis man kan fullt ut ta inn besparelsen i forenklingen av de vannbårne varme- og kjølesystemene.

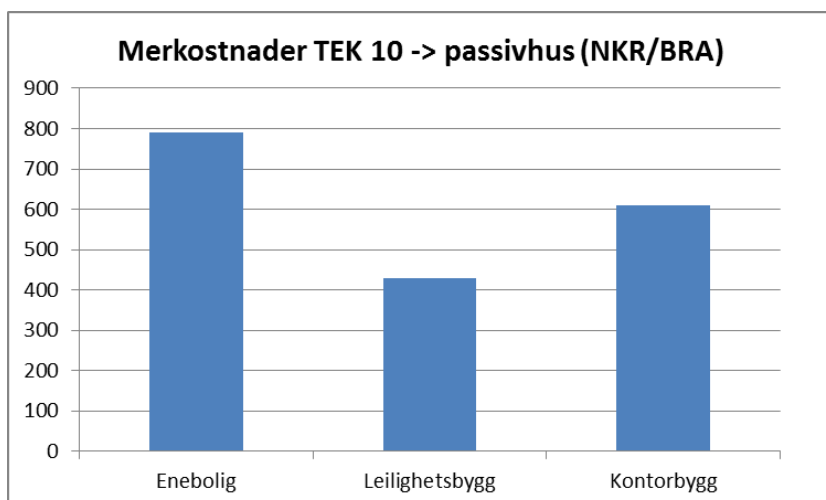
Energisimulering av kontorbygget for TEK10 og passivhus-standard gir et behov for levert energi på hhv. 118 og 56 kWh/m²år, dvs. en årlig besparelse på 62 kWh/m²år. Dette gir reduserte energikostnader og tilbakebetalingstid som vist i tabell 6.7.

Tabell 6.7. Beregnede nøkkeldata for kontorbygget.

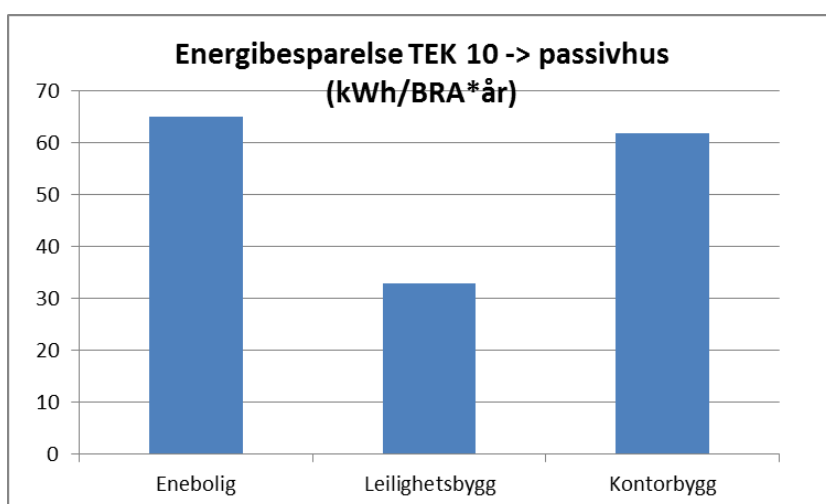
Energibesparelse	62 kWh/m ² år
Redusert årlig energikostnad	62 kr/m ² år
Merkostnad passivhus	610 kr/m ²
Tilbakebetalingstid (simple payback)	9,8 år

6.2.4 Resultater nybygg oppsummert

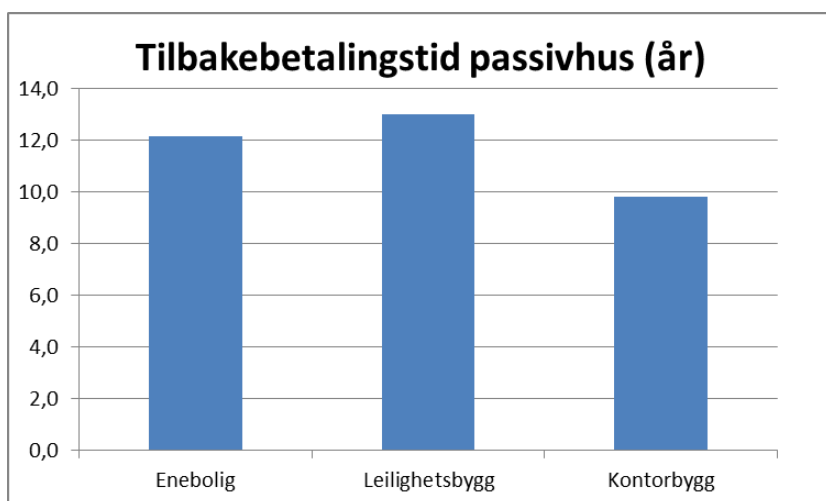
Figur 6.1 – 6.3 oppsummerer merkostnader, energibesparelse og tilbakebetalingstid for de tre bygningskategoriene.



Figur 6.1. Merkostnader for de tre bygningskategoriene.



Figur 6.2. Energibesparelse for de tre bygningskategoriene.



Figur 6.3. Tilbakebetalingstid for de tre bygningskategoriene.

7. Kostnader TEK 97 vs. TEK 10 for enebolig

Kostnader for å oppføre vegg, tak, gulv, ventilasjonsanlegg og dører/vinduer - samt tiltak for å få bygningen tilstrekkelig tett og "kuldebrofri" – er beregnet for kravene i TEK97 og TEK10. Kostnadstallene som presenteres i dette kapittelet er entreprisekostnad inkl. mva. Eventuell prosjekteringskostnad er ikke medtatt. Det vises både kostnader i nkr og nkr/BRA. Detaljer rundt enhetspriser, arealer og variasjoner i kostnader finnes i vedlegg.

KOSTNADER nybygg
Enebolig

TEK 97

BRA

200

NKR inkl. mva

	Beskrivelse bygningsdel (innvendig og utover)	Areal (m2)	Enhetspris	Lav	Normal	Høy	NKR/BRA
Vegg	Gips, 50mm isolasjon, dampspærre, 150 mm isolasjon, vindsperre, utlekting, kledning (U-verdi 0,22)	200	2220	444000	555000	666000	2780
Tak	Gips, 50mm isolasjon, dampspærre, 250mm isolasjon, vindsperre, lekt, undertak, krysslekter, takstein (U-verdi 0,15)	113	3800	427000	534000	641000	2670
Gulv	Gulv på grunn: Drenerende masser, 200 mm isolasjon, dampspærre, betongplate, radonsperre (U-verdi 0,15)	100	2940	294000	368000	442000	1840
Ventilasjon	Avtrekk bad og kjøkken	200	113	20000	28000	36000	140
Dører og vinduer	U-verdi 1,6	40	10590	424000	530000	636000	2650
Vindtetting - tetthetsmåling	Ingen tallfestede krav						
Kuldebroer	Inkluderes i bygningsdelene vegg, tak og gulv						
BRA	SUM			1609000	2015000	2421000	10080

KOSTNADER nybygg enebolig
TEK 10

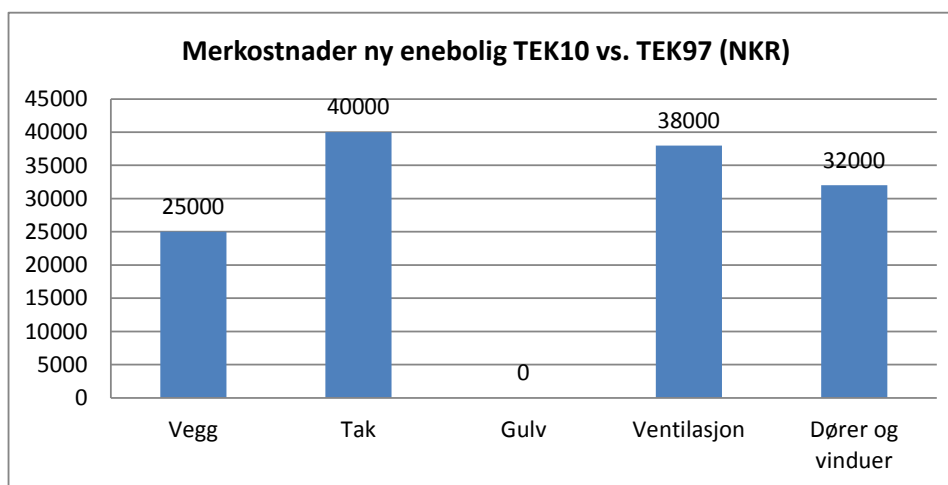
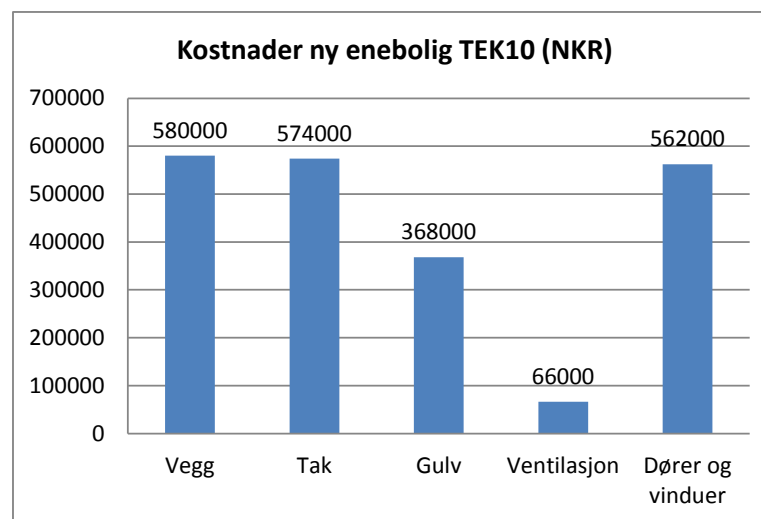
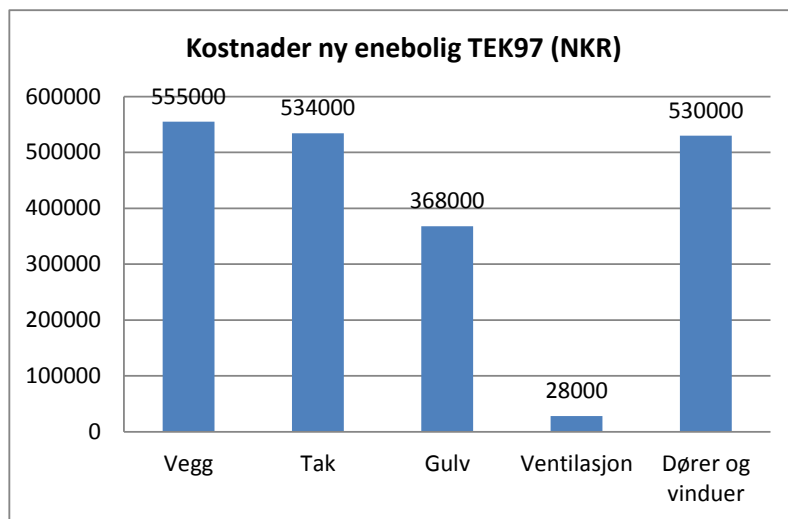
NKR inkl. mva

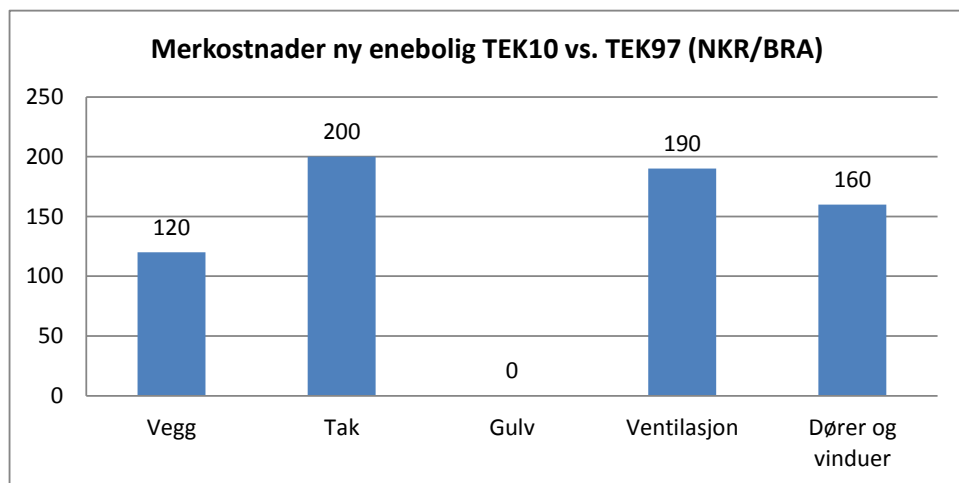
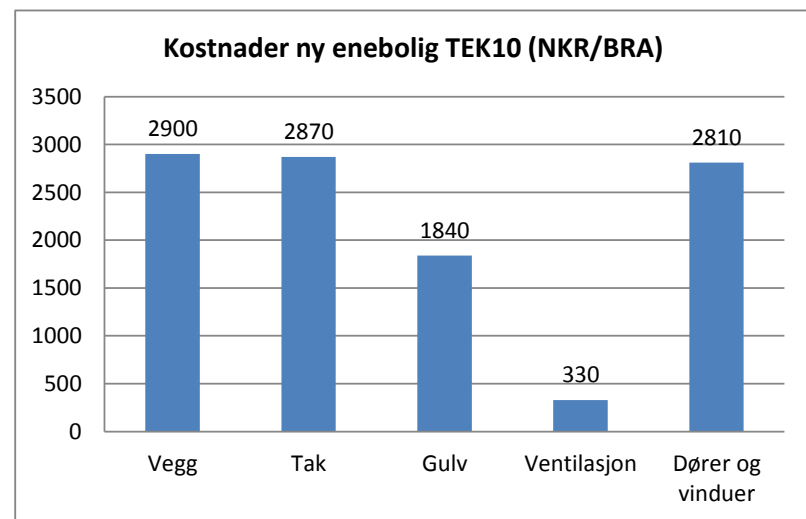
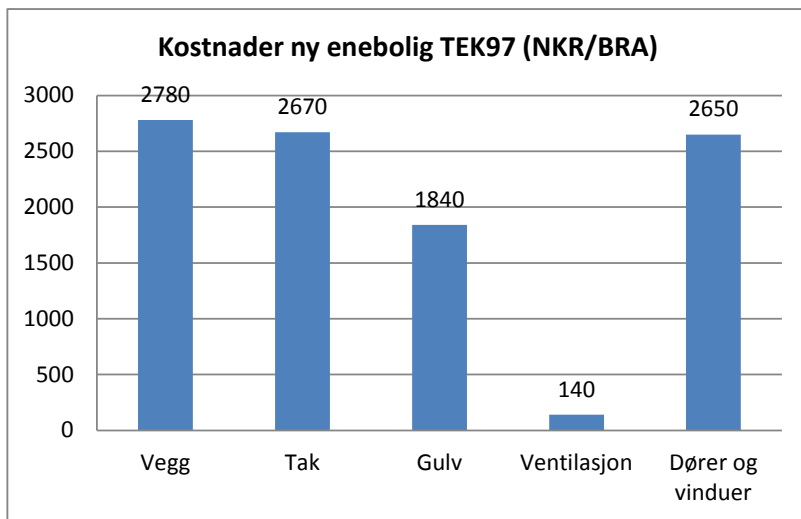
Beskrivelse bygningsdel (innvendig og utover)	Enhetspris	Lav	Normal	Høy	NKR/BRA
Vegg: Gips, 50mm isolasjon, dampspærre, 200mm isolasjon, vindsperre, utlekting, kledning (U-verdi 0,18)	2320	464000	580000	696000	2900
Tak: Gips, 50mm isolasjon, dampspærre, 300mm isolasjon, vindsperre, lekt, undertak, krysslekter, takstein (U-verdi 0,13)	4080	459000	574000	689000	2870
Gulv på grunn: Drenerende masser, 200 mm isolasjon, dampspærre, betongplate, radonsperre (U-verdi 0,15)	2940	294000	368000	442000	1840
Balansert ventilasjonsanlegg, varmegjenvinner 70 %	264	46000	66000	86000	330
Vinduer U-verdi 1,2	11240	450000	562000	674000	2810
Tetthet 2,5					
Normalisert kuldebroverdi 0,03					
SUM		1713000	2150000	2587000	10750

MERKOSTNAD TEK10

NKR inkl. mva

Lav	Normal	Høy	NKR/BRA
20000	25000	30000	120
32000	40000	48000	200
0	0	0	0
26000	38000	50000	190
26000	32000	38000	160
104000	135000	166000	670





8. EN15459

I dette kapittelet gjøres det en vurdering av om forventet levetid for bygningskomponenter som fremgår av EN 15459 er hensiktsmessig for norske forhold eller om andre levetider for bygningskomponentene bør legges til grunn. Vi har valgt å sammenstille dette i en tabell. Tabell 8.1 viser levetidene som er foreslått i Vedlegg A (Annex A) til standarden i tillegg til typiske levetider som blir benyttet i kostnadsberegninger i Norge (Multiconsult sine erfaringsdatabaser). Det er også lagt til en kolonne for kommentarer. Siden standarden er på engelsk benytter vi de engelske termene i kolonnen "Bygningskomponent". Det presiseres at levetidene er teoretiske og ikke vitenskapelige.

Tabell 8.1: Levetider

Bygningskomponent	EN 15459 Levetid	"Norsk" Levetid	Kommentar/kilde
Air conditioning units	15	Ok	
Air coolers	15-20	Ok	
Air heaters, electric	15-20	Ok	
Air heaters, steam	15-20		Lite brukt i Norge
Air heaters, water	15-20	Ok	
Boiler – condensing	20	Ok	
Boiler – direct evacuation	20	Ok	
Boiler – Flue evacuation	20	-	Hva er dette?
Burners, oil and gas	10	Ok	
Chimney	15-20	30-60	
Condensers	20	15-20	
Control equipment	15-20	Ok	
Control system – Central	15-25	10-20	
Control system – room control	15-25	10-20	
Control valves, automatic	15	Ok	
Control valves, manual	30	20	
Convectors	20	Ok	
Cooling compressors	15	Ok	
Cooling panels and ceilings	30	25	
Dampers	20	Ok	Antatt spjeld
Dampers with control	15	Ok	

motors			
Diffusers	20	Ok	Antar luftspreader (diffusor)
Dual duct boxes	15	Ok	
Duct system for filtered air	30	25	
Duct system for non filtered air	30	25	
Electric board	30	Ok	
Electric heater – thermal storage heater	20-25	Ok	
Electric heating – convector	20-25	15-20	
Electric floor heating	25-50	15-25	
Electric wiring	25-50	25-35	
Water floor heating	50	30-50	
Evaporators	15-20	Ok	
Expansion vessels – membrane	15	Ok	Antar ekspansjonstank - membran
Expansion vessels with pad	15-25	Ok	Antar ekspansjonstank – med padding
Expansion vessels, stainless	30	20-30	Antar ekspansjonstank – rustfri
Expansion vessels, steel	15	15-20	Antar ekspansjonstank – stål
Extract air grills	20	Ok	
Fan coil units	15	Ok	
Fans	15-20	Ok	
Fans with variable flow	15	Ok	
Filter frames	15	Ok	
Filter material to be exchanged	1	Ok	Filter byttes hvert år
Filter material, to be cleaned	10	5-10	
Fire dampers, easy	15	Ok	Brannspjeld

accessible			
Fire dampers, hidden	15	15-20	
Fuel tank	30	25-35	Avhenger av material
Gas tank	30	25-35	Avhenger av material
Grills in general	30	25-30	Avhenger av material
Heat pumps	15-20	Ok	Gjelder bare selve varmepumpen
Heat recovery units, cyclic	15	10-20	
Heat recovery units, static	20	15-25	
Humidifiers, steam	4-10	-	Denne er vi noe usikre på
Humidifiers, water	10	Ok	
Meters	10	8-15	Avhengig av type måler
Valve	10	8-15	Avhengig av type ventil
Motors, diesel	10	25-30	Antar aggregat
Motors, electric	20	30	Antar aggregat
Pipes, Cu	30	30-40	
Pipes, composite	50	40-50	
Pipes, stainless	30	Ok	
Pipes, steel in closed system	30	Ok	Antar skjult anlegg
Pipes, steel in open systems	15	20	Antar åpent anlegg
Piping systems	30	25-40	Avhengig av system
Pumps - circulation	10-20	Ok	
Pumps - regulated	10-15	Ok	
Radiators paint	20-30	15-25	
Radiators, water	30-40	Ok	
Shut off valves, automatic	15	Ok	
Shut off valves, manual	30	20-30	
Solar collector	15-20	Ok	

Sound traps	30	20	
Tank storage for domestic hot water	20	25-35	
Tank storage with internal heat exchanger for domestic hot water	20	20-25	
Thermostats for radiators	15	Ok	
Valve with auxiliary power	10	Ok	
Valve - Thermostatic	20	25	
Variable flow units	15	-	Denne er for generell
V-belt drive	10	Ok	Antar skifte av reim
Wiring	30	Ok	

	VEDLEGG 1: RIB-kostnader eksisterende bygg (Multiconsult)								
	1969								
	TEK10				Lavenergi				
Eksist. oppbygning	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	
	UTVENDIG		INNVEDIG		UTVENDIG		INNVEDIG		
Enebolig									
Bindingsverk med ca 100mm isolasjon, U-verdi 0,40. (BDB 471.012.)	150 mm etterisolering. Ny U-verdi 0,18		150 mm etterisolering. Ny U-verdi 0,18		Etterisolering vegg 200 mm, U-verdi 0,16		Etterisolering vegg 200 mm, U-verdi 0,16		
.1 Riving kledning + vindsperre	90		Riving gipsplater + dampsperre + listverk	150	Riving kledning + vindsperre	90	Riving gipsplater + dampsperre + listverk	150	
.2 Utforing 98x48 + 48x48 mm	455		Utforing 98x48 + 48x48 mm	455	Utforing 48x98 mm x 2, krysslågt	530	Utforing 48x98 mm x 2, krysslågt	530	
.3 Isolasjon 150 mm	170		Isolasjon 150 mm	170	Isolasjon 200	210	Isolasjon 200	210	
.4 Vindsperre	70		Dampsperre	50	Vindsperre	70	Dampsperre	50	
.5 Utlekking 23 mm	90				Utlekking 23 mm	90		0	
.6 Kledning inkl. tilpassing vindu	380		Ny gipsplatekledning inkl. listverk og tilpassing vindu	250	Kledning inkl. tilpassing vindu	380	Ny gipsplatekledning inkl. listverk og tilpassing vindu	250	
.7 Overflatebehandling	100		Overflatebehandling + tape + fl.sp.	500 A)	Overflatebehandling	100	Overflatebehandling + tape + fl.sp.	500 A)	
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 590	Sum tiltak	1 850	Sum tiltak	1 720	Sum tiltak	1 980	
	Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	750	A): Medtatt maling av de 3 øvrige vegger i rommet. Pris for å male vegg kr 200/m2. Kr 100 per hver av de øvrige		Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	975	A): Medtatt maling av de 3 øvrige vegger i rommet. Pris for å male vegg kr 200/m2. Kr 100 per hver av de øvrige		
	Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1275			Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1725			
Småhus med tretak 150mm isolasjon, U-verdi 0,3. Skråtak med takstein	200 mm etterisolering. Ny U-verdi 0,13		200 mm etterisolering. Ny U-verdi 0,13		Etterisolering tak 250 mm, U-verdi 0,12		Etterisolering tak 250 mm, U-verdi 0,12		
.1 Riving tekning (takstein), beslag, takrenner, forkantbeslag, vindskibord	200		Riving gipsplatehimling, dampsperre, listverk	180	Riving tekning (takstein), beslag, takrenner, forkantbeslag, vindskibord	200	Riving gipsplatehimling, dampsperre, listverk	180	
.2 Riving lekter + sløyfer + undertaksbelegg	90				Riving lekter + sløyfer + undertaksbelegg	90			
.3 Oppforing 48x98 mm x 2 krysslågt	400		Nedforing 48x98 mm x 2 krysslågt	430	Oppforing 48x123 mm x 2 krysslågt	440	Nedforing 48x123 mm x 2 krysslågt	470	
.4 Isolasjon 100 + 100 mm, krysslågt	250		Isolasjon 100 + 100 mm, krysslågt	280	Isolasjon 100 + 150 mm, krysslågt	300	Isolasjon 100 + 150 mm, krysslågt	330	
.5 Ny taktro av finerplater	550		Dampsperre	50	Ny taktro av finerplater	550	Dampsperre	50	
.6 Ny undertaksbelegg	220		Gipsplatehimling, listverk	260	Ny undertaksbelegg	220	Gipsplatehimling, listverk	260	
.7 Sløyfer + lekter	260		Overflatebehandling, tape, fl. sp.	200	Sløyfer + lekter	260	Overflatebehandling, tape, fl. sp.	200	
.8 Ny takstein	400				Ny takstein	400			
.9 Takrenner, forkantbeslag, vindski, beslag	300				Takrenner, forkantbeslag, vindski, beslag	300			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	3 130	Sum tiltak	1 640	Sum tiltak	3 230	Sum tiltak	1 750	
Alt 3 - kun isolasjon av loftsgulv	200 mm etterisolering. Ny U-verdi 0,13				Etterisolering tak 250 mm, U-verdi 0,12				
.1 Isolasjon 100 mm	130				Isolasjon 150 mm	175			
.2 Isolasjon 100 mm krysslågt + vindtetting	160				Isolasjon 100 mm, krysslågt + vindtetting	160			
.3 De-/remont gangbane	60				De-/remont gangbane	60			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	390			Sum tiltak	440			
Gulv på grunn, 5 cm isolasjon, U-verdi 0,30			Etterisolering gulv 15 cm, U-verdi 0,15				Etterisolering gulv 20 cm, U-verdi 0,13		
.1			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540	
.2			Riving 50 mm isolasjon	50			Riving 50 mm isolasjon	50	
.3			Fjerning av kultlag, t=100 mm	130			Fjerning av kultlag, t=100 mm	130	
.4			Fjerning av jordmasser, t =200 mm	150			Fjerning av jordmasser, t=250 mm	200	
.5			Nytt drenslag t=150 mm	200			Nytt drenslag t=150 mm	200	
.6			Ny isolasjon 100 + 100 mm krysslågt	600			Ny isolasjon 100 + 150 mm, krysslågt	600	
.7			Plastfolie	40			Plastfolie	40	
.8			Påstøp 70 mm, armert	800			Påstøp 70 mm, armert	800	
.9			Banebelegg	650			Banebelegg	650	
Sum inkl. rigg/drift			Sum tiltak	3 700			Sum tiltak	3 760	
Vinduer/dører U-verdi 2,80	Nye vinduer, U-verdi 1,2				Utskifting vinduer, U-verdi 0,8				
.1 Riving av vindu inkl fuge/listverk	750				Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			
.2 Nytt vindu/m2	5 850				Nytt vindu/m2	6680			
.3 Utv solskjerming	1 550				Utv solskjerming	1550			
.4 Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, inn- og utvendig list, sålbenkbeslag	2 200				Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, inn- og utvendig list, sålbenkbeslag	2 200			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	12 110			Sum tiltak	13 090			
Kuldebroer	Normalisert 0,03		Normalisert 0,03		Normalisert 0,04		Normalisert 0,04		
.1									
.2									
Sum tiltak	0		Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	
Tetting-vinduer-dører	Lekkkasjetall 2,5		Lekkkasjetall 2,5		Lekkkasjetall 1		Lekkkasjetall 1		
.1 Utskifting av fugetettingen inkl ny utv list rundt vindu (120x140)	1 600				Utskifting av fugetettingen inkl ny utv list rundt vindu (120x140)	1 600			
.2									
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 880	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 880	Sum tiltak	0	
Boligblokk									
Typisk massiv mur eller betong med treullsement eller lettbetong. U-verdi 0,70	Betongvegg, etterisolering 200 mm, U-verdi 0,18				Betongvegg, 250 mm etterisolering. U-verdi 0,16				
.1 Klargjøring, utbedring underlag + riving sålbenkbeslag	300				Klargjøring, utbedring underlag + riving sålbenkbeslag	300			
.2 Lev+mont av 200 mm pussisolasjon	1 500				Lev + mont 250 mm pussisolasjon	1 850			
.3 Lev + mont av sålbenkbeslag	50				Lev + mont av sålbenkbeslag	50			
.4									

	1969								
	TEK10				Lavenergi				
Eksist. oppbygning	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	
	UTVENDIG		INNVEDIG		UTVENDIG		INNVEDIG		
.5									
.6									
.7									
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	2 170			Sum tiltak	2 580			
	Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	845			Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1105			
	Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1495			Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1885			
Kompakttak, 100mm skumplastisolasjon, U-verdi ca 0,35.	200 mm etterisolering, U-verdi 0,13				250 mm etterisolering, U-verdi 0,11				
.1	Riving papptekning + beslag, luftelyrer mm	110			Riving papptekning + beslag, luftelyrer mm	110			
.2	Isolasjon 100 + 100 mm, krysslagt	260			Isolasjon 100 + 150 mm, krysslagt	300			
.3	Ny asfalt taktekning	500			Ny asfalt taktekning	500			
.4	Nye beslag + luftelyrer	100			Nye beslag + luftelyrer	100			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 140	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 190	Sum tiltak	0	
Gulv på grunn, 5 cm isolasjon, U-verdi 0,30			Etterisolering gulv 15 cm, U-verdi 0,15				Etterisolering gulv 20 cm, U-verdi 0,13		
.1			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540	
.2			Riving 50 mm isolasjon	50			Riving 50 mm isolasjon	50	
.3			Fjerning av kultlag, t=100 mm	130			Fjerning av kultlag, t=100 mm	130	
.4			Fjerning av jordmasser, t =200 mm	150			Fjerning av jordmasser, t=250 mm	200	
.5			Nytt drenslag t=150 mm	200			Nytt drenslag t=150 mm	200	
.6			Ny isolasjon 100 + 100 mm krysslagt	600			Ny isolasjon 100 + 150 mm, krysslagt	600	
.7			Plastfolie	40			Plastfolie	40	
.8			Påstøp 70 mm	800			Påstøp 70 mm	800	
.9			Banebelegg	650			Banebelegg	650	
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	0	Sum tiltak	3 700	Sum tiltak	0	Sum tiltak	3 760	
Vinduer/dører U-verdi 2,80	Nye vinduer, U-verdi 1,2				Utskifting vinduer, U-verdi 0,8				
.1	Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			
.2	Nytt vindu/m2	5 850			Nytt vindu/m2	6680			
.3	Utv solskjerming	1 550			Utv solskjerming	1550			
.3	Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, innvendig list, sålbenk	2 200			Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, innvendig list, sålbenk	2 200			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	12 110	Sum tiltak	0	Sum tiltak	13 090	Sum tiltak	0	
Kuldebroer	Normalisert 0,06		Normalisert 0,06		Normalisert 0,04		Normalisert 0,04		
.1									
.2									
	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	
Tetting-vinduer-dører	Lekkasjetall 1,5		Lekkasjetall 1,5		Lekkasjetall 1		Lekkasjetall 1		
.1	Utskifting av fugetettingen inkl ny utv list rundt vindu (120x140)	1 600			Utskifting av fugetettingen inkl ny utv list rundt vindu (120x140)	1 600			
.2									
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 880	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 880	Sum tiltak	0	
Kontorbygg									
Typisk massiv mur eller betong med treullsement eller lettbetong. U-verdi 0,70	Betongvegg, etterisolering 200 mm, U-verdi 0,18				Betongvegg, 250 mm etterisolering. U-verdi 0,16				
.1	Klargjøring, utbedring underlag + riving sålbenkbeslag	300			Klargjøring, utbedring underlag + riving sålbenkbeslag	300			
.2	Lev+mont av 200 mm pussisolasjon	1 500			Lev + mont 250 mm pussisolasjon	1 850			
.3	Lev + mont av sålbenkbeslag	50			Lev + mont av sålbenkbeslag	50			
.4		0				0			
.5									
.6									
.7									
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	2 170	Sum tiltak	0	Sum tiltak	2 580	Sum tiltak	0	
	Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	845			Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1105			
	Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1495			Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1885			
Kompakttak, 100mm skumplastisolasjon, U-verdi ca 0,35.	200 mm etterisolering, U-verdi 0,13				250 mm etterisolering, U-verdi 0,11				
.1	Riving papptekning + beslag, luftelyrer mm	110			Riving papptekning + beslag, luftelyrer mm	110			
.2	Isolasjon 100 + 100 mm, krysslagt	260			Isolasjon 100 + 150 mm, krysslagt	300			
.3	Ny asfalt taktekning	500			Ny asfalt taktekning	500			
.4	Nye beslag + luftelyrer	100			Nye beslag + luftelyrer	100			
.5									
.6									
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 140	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 190	Sum tiltak	0	
Gulv på grunn, 5 cm isolasjon, U-verdi 0,30			Etterisolering gulv 10 cm, U-verdi 0,15				Etterisolering gulv 15 cm, U-verdi 0,13		
.1			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540	
.2			Riving 50 mm isolasjon	50			Riving 50 mm isolasjon	50	
.3			Fjerning av kultlag, t=100 mm	130			Fjerning av kultlag, t=100 mm	130	
.4			Fjerning av jordmasser, t =150 mm	120			Fjerning av jordmasser, t =200 mm	150	
.5			Nytt drenslag t=150 mm	200			Nytt drenslag t=150 mm	200	

	1969								
	TEK10				Lavenergi				
Eksist. oppbygning	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	
	UTVENDIG		INNVENDIG		UTVENDIG		INNVENDIG		
.6			Ny isolasjon 50 + 100 mm, krysslagt	600			Ny isolasjon 100 + 100 mm krysslagt	600	
.7			Plastfolie	40			Plastfolie	40	
.8			Påstøp 70 mm	800			Påstøp 70 mm	800	
.9			Banebelegg	650			Banebelegg	650	
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	0	Sum tiltak	3670	Sum tiltak	0	Sum tiltak	3700	
Vinduer/dører U-verdi 2,8	Nye vinduer, U-verdi 1,2				Utskifting vinduer, U-verdi 0,8				
.1	Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			
.2	Nytt vindu/m2	5 850			Nytt vindu/m2	6680			
.3	Utv solskjerming	1 550			Utv solskjerming	1500			
.4	Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, innvendig list, sålbenkbeslag	2 200			Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, innvendig list, sålbenkbeslag	2 200			
.5									
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	12 110	Sum tiltak	0	Sum tiltak	13 030	Sum tiltak	0	
Kuldebroer	Normalisert 0,06		Normalisert 0,06		Normalisert 0,05		Normalisert 0,05		
.1									
.2									
	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	
Tetting-vinduer-dører	Lekkasjetall 1,5		Lekkasjetall 1,5		Lekkasjetall 1,5		Lekkasjetall 1,5		
.1	Utskifting av fugetetting inkl- ny utvendig list rundt vindu (180x170)	2 200			Utskifting av fugetetting inkl- ny utvendig list rundt vindu (180x170)	2 200			

	1985								
	TEK10				Lavenergi				
Eksist. oppbygning	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	
	UTVENDIG		INNVEDIG		UTVENDIG		INNVEDIG		
Enebolig									
Bindingsverk, 15cm isolasjon, U-verdi 0,30	Etterisolering vegg 10 cm, U-verdi 0,18		Etterisolering vegg 10 cm, U-verdi 0,18		Etterisolering vegg 15 cm, U-verdi 0,16		Etterisolering vegg 15 cm, U-verdi 0,16		
	Riving kledning + vindsperre	90	Riving gipsplater + dampsperre + listverk	150	Riving kledning + vindsperre	90	Riving gipsplater + dampsperre + listverk	150	
	Utforing 36x98mm	230	Utforing 36x98mm	230	Utforing 98x48 + 48x48 mm	455	Utforing 98x48 + 48x48 mm	455	
	Isolasjon 100 mm	130	Isolasjon 100 mm	130	Isolasjon 150 mm	170	Isolasjon 150 mm	170	
	Vindsperre	70	Dampsperre	50	Vindsperre	70	Dampsperre	50	
	Utlekking 23 mm	90			Utlekking 23 mm	90			
	Kledning inkl. tilpasssing vindu	380	Ny gipsplatekledning inkl. listverk og tilpassing vindu	250	Kledning inkl. tilpasssing vindu	380	Ny gipsplatekledning inkl. listverk og tilpassing vindu	250	
	Overflatebehandling	100	Overflatebehandling + tape + fl.sp.	500	Overflatebehandling	100	Overflatebehandling + tape + fl.sp.	500	
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 280	Sum tiltak	1 540	Sum tiltak	1 590	Sum tiltak	1 850	
	Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	600			Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	750			
	Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	900			Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1275			
Tretak, 20cm isolasjon, U-verdi 0,20	Etterisolering tak 15 cm, U-verdi 0,13		Etterisolering tak 15 cm, U-verdi 0,13		Etterisolering tak 20 cm, U-verdi 0,12		Etterisolering tak 20 cm, U-verdi 0,12		
	Riving tekning (takstein), beslag, takrenner, forkantbeslag, vindskibord	200	Riving gipsplatehimling, dampsperre, listverk	180	Riving tekning (takstein), beslag, takrenner, forkantbeslag, vindskibord	200	Riving gipsplatehimling, dampsperre, listverk	180	
	Riving lekter + sløyfer + undertaksbelegg	90			Riving lekter + sløyfer + undertaksbelegg	90	0	0	
	Oppforing 48x98 + 48x48 mm krysslågt	310	Nedforing 48x98 + 48x48 mm krysslågt	340	Oppforing 48x98 mm x 2 krysslågt	400	Nedforing 48x98 mm x 2 krysslågt	430	
	Isolasjon 100 + 50 mm, krysslågt	220	Isolasjon 100 + 50 mm, krysslågt	250	Isolasjon 100 + 100 mm, krysslågt	250	Isolasjon 100 + 100 mm, krysslågt	280	
	Ny taktro av finerplater	550	Dampsperre	50	Ny taktro av finerplater	550	Dampsperre	50	
	Ny undertaksbelegg	220	Gipsplatehimling, listverk	260	Ny undertaksbelegg	220	Gipsplatehimling, listverk	260	
	Sløyfer + lekter	260	Overflatebehandling, tape, fl. sp.	200	Sløyfer + lekter	260	Overflatebehandling, tape, fl. sp.	200	
	Ny takstein	400			Ny takstein	400			
	Takrenner, forkantbeslag, vindski, beslag	300			Takrenner, forkantbeslag, vindski, beslag	300			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	2 990	Sum tiltak	1 500	Sum tiltak	3 130	Sum tiltak	1 640	
	Etterisolering tak 15 cm, U-verdi 0,13				Etterisolering tak 20 cm, U-verdi 0,12				
	Isolasjon 100 mm	130			Isolasjon 100 mm	130			
	Isolasjon 50 mm m/vindtetting, krysslågt	110			Isolasjon 100 mm krysslågt + vindtetting	160			
	De-/remont gangbane	60			De-/remont gangbane	60			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	330			Sum tiltak	390			
Gulv på grunn, 10 cm isolasjon, U-verdi 0,30			Etterisolering gulv 10 cm, U-verdi 0,15				Etterisolering gulv 10 cm, U-verdi 0,15		
			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540	
			Riving 100 mm isolasjon	80			Riving 100 mm isolasjon	80	
			Fjerning av kultlag t=150 mm	200			Fjerning av kultlag t=150 mm	200	
			Fjerning av jordmasser t=100 mm	100			Fjerning av jordmasser t=100 mm	100	
			Nytt drenslag t=150 mm	200			Nytt drenslag t=150 mm	200	
			Ny isolasjon 100 + 100 mm krysslågt	600			Ny isolasjon 100 + 100 mm krysslågt	600	
			Plastfolie	40			Plastfolie	40	
			Påstøp 70 mm, armert	800			Påstøp 70 mm, armert	800	
			Banebelegg	650			Banebelegg	650	
Sum inkl. rigg/drift			Sum tiltak	3 760			Sum tiltak	3 760	
Vinduer/dører U-verdi 2,4	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2				Utskifting vinduer, U-verdi 0,8				
	Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			
	Nytt vindu/m2	5 850			Nytt vindu/m2	6 680			
	Utv solskjerming	1 550			Utv solskjerming	1 550			
	Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, inn- og utvendig list, sålbenkbeslag	2 200			Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, inn- og utvendig list, sålbenkbeslag	2 200			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	12 110			Sum tiltak	13 090			
Kuldebroer	Normalisert 0,03		Normalisert 0,03		Normalisert 0,04		Normalisert 0,04		
	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	
Tetting-vinduer-dører	Lekkasjetall 2,5		Lekkasjetall 2,5		Lekkasjetall 1		Lekkasjetall 1		
	Utskifting av fugetettingen inkl ny utv list rundt vindu (120x140)	1 600			Utskifting av fugetettingen inkl ny utv list rundt vindu (120x140)	1 600			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 880	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 880	Sum tiltak	0	
Boligblokk									
Bindingsverk, 15 cm isolasjon, U-verdi 0,30 (langvegger i betongbygg)	Etterisolering vegg 10 cm, U-verdi 0,18				Etterisolering vegg 15 cm, U-verdi 0,16				
	Riving kledning + vindsperre	90			Riving kledning + vindsperre	90			
	Utforing 36x98mm	230			Utforing 98x48 + 48x48 mm	455			
	Isolasjon 100 mm	130			Isolasjon 150 mm	170			
	Vindsperre	70			Vindsperre	70			

	1985								
	TEK10				Lavenergi				
Eksist. oppbygning	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	
	UTVENDIG		INNVENDIG		UTVENDIG		INNVENDIG		
	Utlekting 23 mm	90			Utlekting 23 mm	90			
	Kledning inkl. tilpasssing vindu	380			Kledning inkl. tilpasssing vindu	380			
	Overflatebehandling	100			Overflatebehandling	100			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 280			Sum tiltak	1 590			
	Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	520			Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	650			
	Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	780			Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	1105			
Kompakt tak, 20 cm isolasjon, U-verdi 0,20	Etterisolering tak 10 cm, U-verdi 0,13				Etterisolering tak 15 cm, U-verdi 0,12				
	Riving papptekning + beslag, luftelyrer mm	110			Riving papptekning + beslag, luftelyrer mm	110			
	Isolasjon 100 mm	130			Isolasjon 100 + 50 mm, krysslagt	200			
	Ny asfalt taktekning	500			Ny asfalt taktekning	500			
	Nye beslag + luftelyrer	100			Nye beslag + luftelyrer	100			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	990	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 070	Sum tiltak	0	
Gulv på grunn, 5 cm isolasjon, U-verdi 0,30			Etterisolering gulv 10 cm, U-verdi 0,15				Etterisolering gulv 15 cm, U-verdi 0,13		
			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540	
			Riving 100 mm isolasjon	80			Riving 100 mm isolasjon	80	
			Fjerning av kultlag t=150 mm	200			Fjerning av kultlag t=150 mm	200	
			Fjerning av jordmasser t=100 mm	100			Fjerning av jordmasser t=100 mm	100	
			Nytt drenslag t=150 mm	200			Nytt drenslag t=150 mm	200	
			Ny isolasjon 100 + 100 mm krysslagt	600			Ny isolasjon 100 + 100 mm krysslagt	600	
			Plastfolie	40			Plastfolie	40	
			Påstøp 70 mm	800			Påstøp 70 mm	800	
			Banebelegg	650			Banebelegg	650	
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	0	Sum tiltak	3 760	Sum tiltak	0	Sum tiltak	3 760	
Vinduer/dører U-verdi 2,4	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2				Utskifting vinduer, U-verdi 0,8				
	Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			
	Nytt vindu/m2	5 850			Nytt vindu/m2	6 680			
	Utv solskjerming	1 550			Utv solskjerming	1 550			
	Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, innvendig list, sålbenk	2 200			Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, innvendig list, sålbenk	2 200			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	12 110	Sum tiltak	0	Sum tiltak	13 090	Sum tiltak	0	
Kuldebroer	Normalisert 0,06		Normalisert 0,06		Normalisert 0,04		Normalisert 0,04		
	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	
Tetting-vinduer-dører	Ingen, krav 1,5		Ingen, krav 1,5		Lekkasjetall 1		Lekkasjetall 1		
	Utskifting av fugetettingen inkl ny utv list rundt vindu (120x140)	1 600			Utskifting av fugetettingen inkl ny utv list rundt vindu (120x140)	1 600			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 880	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 880	Sum tiltak	0	
Kontorbygg									
Bindingsverk, 15 cm isolasjon, U-verdi 0,30 (langvegger i betongbygg)	Etterisolering vegg 10 cm, U-verdi 0,18				Etterisolering vegg 10 cm				
	Riving kledning + vindsperre	90			Riving kledning + vindsperre	90			
	Utforing 36x98mm	230			Utforing 36x98mm	230			
	Isolasjon 100 mm	130			Isolasjon 100 mm	130			
	Vindsperre	70			Vindsperre	70			
	Utlekting 23 mm	90			Utlekting 23 mm	90			
	Kledning inkl. tilpasssing vindu	380			Kledning inkl. tilpasssing vindu	380			
	Overflatebehandling	100			Overflatebehandling	100			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 280	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 280	Sum tiltak	0	
	Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	520			Forlengelse av tak på gavlvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	520			
	Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	780			Forlengelse av tak på langvegg (kr/lm tak og ekskl. rigg og drift)	780			
Kompakt tak, 20 cm isolasjon, U-verdi 0,20	Etterisolering tak 15 cm, U-verdi 0,13				Etterisolering tak 15 cm, U-verdi 0,12				
	Riving papptekning + beslag, luftelyrer mm	110			Riving papptekning + beslag, luftelyrer mm	110			
	Isolasjon 50 + 100 mm, krysslagt	200			Isolasjon 50 + 100 mm, krysslagt	200			
	Ny asfalt taktekning	500			Ny asfalt taktekning	500			
	Nye beslag + luftelyrer	100			Nye beslag + luftelyrer	100			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	1 070	Sum tiltak	0	Sum tiltak	1 070	Sum tiltak	0	
Gulv på grunn, Uisolert/5cm cm isolasjon, U-verdi 0,30			Etterisolering gulv 5-10 cm, U-verdi 0,15				Etterisolering gulv 5-10 cm		
			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540			Riving banebelegg + 70 mm påstøp	540	
			Riving 50 mm isolasjon	50			Riving 50 mm isolasjon	50	
			Fjerning av kultlag, t=100 mm	130			Fjerning av kultlag, t=100 mm	130	
			Fjerning av jordmasser, t =150 mm	120			Fjerning av jordmasser, t =150 mm	120	
			Nytt drenslag t=150 mm	200			Nytt drenslag t=150 mm	200	

	1985								
	TEK10				Lavenergi				
Eksist. oppbygning	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	Tiltak	Enhetspris	
	UTVENDIG		INNVENDIG		UTVENDIG		INNVENDIG		
			Ny isolasjon 50 + 100 mm, krysslågt	600			Ny isolasjon 50 + 100 mm, krysslågt	600	
			Plastfolie	40			Plastfolie	40	
			Påstøp 70 mm	800			Påstøp 70 mm	800	
			Banebelegg	650			Banebelegg	650	
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	0	Sum tiltak	3670	Sum tiltak	0	Sum tiltak	3670	
Vinduer/dører U-verdi 2,4	Utskifting vinduer, U-verdi 1,2				Utskifting vinduer, U-verdi 0,8				
	Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			Riving av vindu inkl fuge/listverk	750			
	Nytt vindu/m2	5 850			Nytt vindu/m2	6 680			
	Utv solskjerming	1 550			Utv solskjerming	1 500			
	Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, innvendig list, sålbenkbeslag	2 200			Mineralulldyt, bunnfyllingslist, elastisk fugemasse, innvendig list, sålbenkbeslag	2 200			
Sum inkl. rigg/drift	Sum tiltak	12 110	Sum tiltak	0	Sum tiltak	13 030	Sum tiltak	0	
Kuldebroer	Normalisert 0,06		Normalisert 0,06		Normalisert 0,05		Normalisert 0,05		
	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	Sum tiltak	0	
Tetting-vinduer-dører	Ingen, krav 1,5		Ingen, krav 1,5		Ingen, krav 1,5		Ingen, krav 1,5		
	Utskifting av fugetetting inkl- ny utvendig list rundt vindu (180x170)	2 200			Utskifting av fugetetting inkl- ny utvendig list rundt vindu (180x170)	2 200			

VEDLEGG 2: RIV-kostnader (Multiconsult)

ENEBOLIG (160 m²):

Holte Byggsafe opererer med 3 kategorier for enebolig: "Flatt terreng", "skrått terreng" og "m/kjeller for utleie".
Vi bruker et gjennomsnittstall.

Ventilasjon:

Normal standard $(327 + 257 + 209)/3 = \text{kr } 264$

Høy standard $(428 + 348 + 273)/3 = \text{kr } 350$

Gir kr 42.240,- / 56.000,- hvis bygget er 160 m² (3 sov + WC + Bad + kjøkken)

Kontroll Systemair budsjettpriis huseier: 35' innkjøp + 10'-15' montasje

"Nybygg enebolig" Antar kostnad er 24.000 for enebolig på 160 m² -> 150 kr/m²

Holte 2006 -> "Enkel standard: mekanisk avtrekk fra kjøkken og bad. Avtrekkshette innmontert i overskap" kr 100/m² (2006-kroner).

Tilsvarende 2006 pris for normal standard var 290 og 2011 pris var 327 dvs prisstigning 13 %

Sammenlignbar kostnad enebolig etter TEK 1997 for enebolig på 160 m² -> 113 kr/m²

Varme:

Demontering av elektriske panelovner i et åpent anlegg - eventuelt montere støpsel i gammel boks for ovn hvis skjult anlegg:

Antatt en dags jobb + deler -> kr 8.000,- dvs 50 kr/m²

Alt 1A:

Nytt vannbårent varmeanlegg med termostststyrte radiatorer/konvektorer og skjulte rør.

Normal standard $(694 + 536 + 428)/3 = \text{kr } 553$ (fjernvarme dvs. anlegg uten varmekilde)

Høy standard $(1654 + 1060 + 659)/3 = \text{kr } 1.124$ (kombinert olje/elektrokjel)

Gir kr 88.480,- / 179.840,- hvis bygget er 160 m² (3 sov + WC + Bad + kjøkken)

Kollektoranlegg inn til varmepumpe: 390 kr/m² Se håndskrevne underlag

Ny varmesentral: 550 kr/m² Varmepumpe, akkumulering, spisslast, styring, etc.

Sum Alt 1A : 50 + 553 + 390 + 550 = kr 1.543 pr m²

Alt 1B

Luft/luft varmepumpe 3-5 kW varmeeffekt - ferdig montert kr 25.000,- dvs ca 155 kr/m² hvis 160 m²

Utskifting av gamle panelovner til nye med termostat. Forusetter utført av elektriker og skjult anlegg.

3000 kr/ovn x 6 = 18.000,- dvs 112 kr/m² hvis 160 m²

Sum Alt 1B : 155 + 112 = kr 267 pr m²

NB: Det er er relativt stor forskjell både teknisk og estetisk på disse to løsningene (1A er bedre enn 1B).

Alt 2

Rensing av radiatoranlegg med rensvæske (inkluderer frakobling, midlertidig bypass med pumpe, innpumping av rensvæske, tapping og skylling). Kr 12500 /160 -> 78 kr/m²

Nye termostater på radiatorer 8 stk a kr 2000,- = kr 16.000,- dvs 100 kr/m² hvis 160 m² (hele ventilen byttes)

Kollektoranlegg inn til varmepumpe: 390 kr/m²

Ny varmesentral: 430 kr/m² Varmepumpe, akkumulering, styring, etc. Eksist. kjel (olje eller EL) kan benyttes som spisslast

Sum Alt 2 : 78 + 100 + 390 + 430 = kr 998 pr m²

Vedr alternativ 1A: dersom man benytter biogass eller pelets vil kvadratmeterprisene synke med ca 400 kr.

BOLIGBLOKK (900 m²):

Holte Byggsafe opererer med 3 kategorier for boligblokk: "Boligblokk, midtkorridor", "Boligblokk, svalgang" og "Boligblokk, oppgang".

Vi bruker et gjennomsnittstall.

Ventilasjon:

Normal standard (327 + 314 + 273)/3 = kr 304

Uten varmebatteri

Høy standard (439 + 402 + 364)/3 = kr 402

Med varmebatteri

Varme:

Demontering av elektriske panelovner i et åpent anlegg - eventuelt montere støpsel i gammel boks for ovn hvis skjult anlegg:

Antatt 50 t jobb + deler -> kr 50.000,- dvs 55 kr/m²

Alt 1A:

Nytt vannbårent varmeanlegg med termoststyrte radiatorer/konvektorer og skjulte rør. Fjernvarme.

Normal standard (428 + 412 + 428)/3 = kr 423

Høy standard (IKKE AKTUELL I DENNE SAMMENHENG)

Alt 1B

Som 1A

Kollektoranlegg inn til varmepumpe: 290 kr/m²

Ny varmesentral: 370 kr/m²

Sum Alt 1B : 55 + 423 + 290 + 370 = kr 1.138 pr m²

Se håndskrevne underlag

Varmepumpe, akkumulering, spisslast, styring, etc.

Alt 2 A

Rensing av radiatoranlegg med rensesvæske (inkluderer frakobling, midlertidig bypass med pumpe, innpumping av rensesvæske, tapping og skylling). Kr 85.000 /900 -> 94 kr/m²

Nye termostater på radiatorer 5 stk/leilighet a kr 2000,- = kr 90.000,- dvs 100 kr/m² hvis 900 m² (hele ventilen byttes)

Sum Alt 2 A : 94 + 100 = kr 194 pr m²

Alt 2 B

Som 2A + kollektor og varmesentral som i 1B

Sum Alt 2 B : 94 + 100 + 290 + 370 = kr 854 pr m²

KONTORBYGG (3600 m²):

Holte Byggsafe opererer med 3 kategorier for kontorbygg: "Kontorbygg", "kontorbygg, atrium" og "kontorbygg, bykjerne".

Vi bruker et gjennomsnittstall.

Ventilasjon:

Normal standard (846 + 830 + 900)/3 = kr 859

(VP: + 156 kr/m² = kr 1.015)

Høy standard (1130 + 1094 + 1173)/3 = kr 1.132

(VP: + 156 kr/m² = kr 1.288)

Varmepumpegjenvinner: Aggregat ca 25 kr pr m³/h - Vanlig aggregat ca 12 kr pr m³/h -> merkostnad 13 kr pr m³/h.

Luftmengde ca 12 m³/h pr m² i kontorer -> Merkost VP 156 kr/m²

Varme:

Demontering av elektriske panelovner i et åpent anlegg - eventuelt montere støpsel i gammel boks for ovn hvis skjult anlegg:

Antatt 50 t jobb + deler -> kr 50.000,- dvs 55 kr/m²

Alt 1A:

Nytt vannbårent varmeanlegg med termoststyrte radiatorer/konvektorer og skjulte rør. Fjernvarme.

Normal standard $(536 + 536 + 536)/3 = \underline{\text{kr } 536}$

Høy standard (IKKE AKTUELL I DENNE SAMMENHENG)

Alt 1B

Som 1A

Kollektoranlegg inn til varmepumpe: 480 kr/m²

Se håndskrevne underlag

Ny varmesentral: 500 kr/m²

Varmepumpe, akkumulering, spisslast, styring, etc.

Sum Alt 1B : $55 + 536 + 480 + 500 = \underline{\text{kr } 1.571 \text{ pr m}^2}$

Alt 2 A

Rensing av radiatoranlegg med rensesveske. Antar samme pris som boligblokk -> 94 kr/m²

Nye termostater på radiatorer, antar 1 stk pr 35 m² dvs $3600/35 = \text{ca } 100 \text{ stk}$ a kr 2000,- = kr 200.000,-

dvs ca 60 kr/m² hvis 3600 m² (hele ventilen byttes)

Sum Alt 2 : $94 + 60 = \underline{\text{kr } 154 \text{ pr m}^2}$

Alt 2 B

Som 2A + kollektor og varmesentral som i 1B

Sum Alt 2 : $94 + 60 + 480 + 500 = \underline{\text{kr } 1134 \text{ pr m}^2}$

INNDATA I SIMIEN FILER TEK 69 og TEK 87:

	TEK 69				TEK 87		
Oppvarmet BRA	160	900	3600		160	900	3600
	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg		Småhus	Boligblokk	Kontorbygg
Begrensning glass/vindu/dørrareal	20 %	20 %	20 %		20 %	20 %	20 %
U-verdi yttervegg [W/m²K]	0,58	0,58	0,58		0,3	0,3	0,3
U-verdi gulv [W/m²K]	0,46	0,46	0,46		0,3	0,3	0,3
U-verdi tak [W/m²K]	0,46	0,58	0,58		0,2	0,2	0,2
U-verdi vinduer [W/m²K]	3,14	3,14	3,14		2,4	2,4	2,4
U-verdi dører [W/m²K]	3,14	3,14	3,14		2	2	2
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,05	0,12	0,12		0,05	0,12	0,12
Lufttetthet, lekkasjetall N50 [1/h]	5	3	3		4	1,5	1,5
Ventilasjonsluftmengder i driftstid [m³/(hm²)]	1,25	1,6	5		1,25	1,6	10
Ventilasjonsluftmengder utenfor driftstid [m³/(hm²)]	1,25	1,6	0		1,25	1,6	2,5
Varmegjenvinning ventilasjon [%]	-	-	0		-	-	0
Frostsikringstemperatur	-	-	Ingen		-	-	Ingen
SFP-faktor [kW/(m³/s)]	-	-	2		-	-	3
Natt- og helgesenkning (innetemperatur)	Nei	Nei	Nei		Nei	Nei	Nei
Solavskjerming for elimin. lokalkjøling	-	-	Nei		-	-	Nei
Installert kjøleeffekt ventilasjon [W/m²]	0	0	0		0	0	0
Varmetilskudd, belysning [W/m²]	1,95	1,95	8		1,95	1,95	8
, utstyr [W/m²]	1,8	1,8	11		1,8	1,8	11
, varmtvann [W/m²]	0	0	0		0	0	0
Varmetilskudd, personer [W/m²]	1,5	1,5	4		1,5	1,5	4
Solskjerming solfaktor, fast / ikke aktivisert stilling	0,78	0,78	0,78		0,74	0,74	0,74
, aktivisert stilling	-	-	0,78		-	-	0,74
, automatisk solskj.e. solflux	-	-	Nei		-	-	Nei

Inndata fra underlagsmodell:

Varmekapasitet gulv	10	60	60		10	60	60
Varmekapasitet tak	5	10	10		5	10	10
Varmekapasitet yttervegg	4	10	4		4	10	4
Varmekapasitet himling	-	10	10		-	10	10
Varmekapasitet gulv skillekonstruksjon	5	56	56		5	56	56
Varmekapasitet møbler	0	0	0		0	0	0
Norm varmekapasitet	16,81	72,42	68,22		16,81	72,42	68,22
Konstant tilluftstemperatur	-	-	18		-	-	18
Annen tilluftstemp sommer	-	-	16		-	-	16
Driftstid	07-23	07-23	6-18		07-23	07-23	6-18
Varmebatteri maks kapasitet	-	-	0		-	-	120
Kjølebatteri maks kapasitet	-	-	-		-	-	-
Plassering vifter	-	-	-		-	-	før/før
Maksimal effekt oppvarmingssystem	100	100	100		100	100	100
Konvektiv andel avg effekt	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Vannbårent	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI
Settpunkttemperatur i/ utenfor driftstid	21/19	21/19	21/19		21/19	21/19	21/19
Driftstid oppvarming	07-23	07-23	07-19		07-23	07-23	07-19
BRA	160	900	3600		160	900	3600
Oppvarmet luftvolum	440	2052	8748		440	2052	8748
Areal gulv	80	300	1200		80	300	1200
Areal tak	90	300	1200		90	300	1200
Areal fasade	192	638	1516		192	638	1516
Areal yttervegg	160	458	796		160	458	796
Areal vinduer dører	32	180	720		32	180	720
Areal himling (skillekonstruksjon)	-	600	2400		-	600	2400
Areal gulv (skillekonstruksjon)	160	600	2400		160	600	2400
Energiforsyning	100%el	100%el	100% el		100% el	100% el	100% el

TOTALT LEVERT ENERGI ETTER TILTAK (Årssimulering, totalt levert energi, kWh/m²/år):

	TEK 69 -> TEK 10			TEK 87 -> TEK 10		
Oppvarmet BRA	160	900	3600	160	900	3600

	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg		Småhus	Boligblokk	Kontorbygg
Ingen endringer	290,60	238,50	217,00		200,80	178,50	314,80
Tiltak/Endringer:							
U-verdi yttervegg	238,30	211,20	206,20		185,70	171,00	312,00
U-verdi gulv	272,00	210,20	205,20		191,60	172,50	309,60
U-verdi tak	267,70	203,80	198,80		196,00	175,80	312,40
U-verdi vinduer/ dører	249,60	187,50	182,50		178,20	158,20	295,50
Normalisert kuldebroverdi	288,50	232,10	210,90		198,50	171,90	309,00
Lufttetthet, lekkasjetall	278,30	237,10	210,90		195,00	178,50	314,80
Ventilasjonsystem: Endringer i varmegjenvinningsgrad , luftmengder, SFP. (forutsetter opprinnelig varmeløsning 1)	282,60	209,20	210,40		192,10	144,10	156,90
Solavskjerming for elimin. lokalkjøling	302,70	253,30	227,60		210,40	190,70	322,90
Alle tiltak (m 1A varmeløsning)	84,5	119,4	132,7		84,5	119,4	132,7
Alle tiltak (m 1B varmeløsning)	117,9	72,8	104		117,9	72,8	104

Levert energi:							
Opprinnelig løsning 1	290,60	238,50	222,00		200,80	178,50	314,80
Opprinnelig løsning 2	315,20	259,30	238,30		220,70	196,00	343,90
Ny varmeløsning 1A	155,20	270,20	232,60		113,60	196,00	343,90
Ny varmeløsning 1B	228,4	130,5	140,9		162,6	102,6	202,9
Ny varmeløsning 2A	155,2	270,2	232,6		113,6	196	343,9
Ny varmeløsning 2B	-	130,5	140,9		-	102,6	202,9

Dekningsgrad varmeløsninger:

Opprinnelig:

1 (panelovn) EI 100 %

2 (radiator) Elkjel 100 %

1 (panelovn)

Enebolig:

1A (oppgradere til vannbårent - radiatorer) Energibrønn varmepumpe 92% romoppvarming, tappevann, varmebatterier
EI 8% romoppv, tappevann, varmebatterier

1B (luftbårent) Luft-luft varmepumpe 50% romoppvarming
Panelovn 50% EI

2 (eksisterende vannbårent - radiator) Energibrønn varmepumpe 92% romoppvarming, tappevann, varmebatterier
EI 8% romoppv, tappevann, varmebatterier

Boligblokk/Kontorbygg:

1A (oppgradere til vannbårent -radiator) Fjernvarme 100% romoppv, tappevann, varmebatterier

1B (oppgradere til vannbårent - radiator) Energibrønn varmepumpe 92% romoppvarming, tappevann, varmebatterier
EI 8% romoppv, tappevann, varmebatterier

2A (eksisterende vannbårent - radiator) Fjernvarme 100% rommoppv, tappevann, varmebatterier

2B (eksisterende vannbårent - radiator) Energibrønn varmepumpe 92% romoppvarming, tappevann, varmebatterier
EI 8% romoppv, tappevann, varmebatterier

Inndata TEK 10	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg
Maksimal effekt oppvarmingssystem	100	100	100	100	100	100
Konvektiv andel avg effekt	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Vannbårent	JA	JA	JA	JA	JA	JA
T/R temperatur	80/60	80/60	80/60	80/60	80/60	80/60

TOTALT LEVERT ENERGI ETTER TILTAK (Årssimulering, totalltevert energi, kWh/m²/år)

	TEK 69 -> Lavenerginivå				TEK 87 -> Lavenerginivå		
Oppvarmet BRA	160	900	3600		160	900	3600

	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg		Småhus	Boligblokk	Kontorbygg
Ingen endringer	290,60	238,50	217,00		200,80	178,50	314,80
Tiltak/Endringer:							
U-verdi yttervegg	235,80	211,00	206,20		183,20	169,80	312,00
U-verdi gulv	270,80	226,10	205,20		190,40	172,50	309,60
U-verdi tak	267,10	219,40	198,10		195,30	175,80	311,70
U-verdi vinduer/ dører	246,30	199,80	176,90		168,40	152,30	289,60
Normalisert kuldebroverdi	289,60	229,90	209,90		199,70	169,70	308,10
Lufttetthet, lekkasjetall	275,80	237,00	210,90		192,60	178,40	314,80
Ventilasjonsystem: Endringer i varmegjenvinningsgrad , luftmengder, SFP. (forutsetter opprinnelig varmeløsning 1)	281,50	208,20	189,30		191,00	143,10	138,00
Solavskjerming for elimin. lokalkjøling	305,00	256,10	229,60		212,50	193,20	322,90
Alle tiltak (m 1A varmeløsning)	70,90	103,90	109,40		70,90	103,90	109,40
Alle tiltak (m 1B varmeløsning)	-	65,20	85,80		-	65,20	85,80

Levert energi:							
Opprinnelig løsning 1	290,60	238,50	222,00		200,80	178,50	314,80
Opprinnelig løsning 2	315,20	259,30	238,30		220,70	196,00	343,90
Ny varmeløsning 1A	155,20	270,20	232,60		113,60	196,00	343,90
Ny varmeløsning 1B		130,5	140,9			102,6	202,9
Ny varmeløsning 2A	155,2	270,2	238,3		113,6	196	343,9
Ny varmeløsning 2B	-	130,5	232,6		-	102,6	202,9

Vedlegg 4 - INPUT I SIMIEN – Nybygg TEK10 og Passivhus

	TEK 10				PASSIVHUS		
	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg		Småhus	Boligblokk	Kontorbygg
Oppvarmet BRA	175	900	3600		175	900	3600
Begrensning glass/vindu/dørareal	20 %	20 %	20 %		20 %	20 %	20 %
U-verdi yttervegg [W/m²K]	0,18	0,18	0,18		0,11	0,14	0,18
U-verdi gulv [W/m²K]	0,15	0,13	0,13		0,09	0,09	0,13
U-verdi tak [W/m²K]	0,13	0,13	0,13		0,10	0,09	0,13
U-verdi vinduer [W/m²K]	1,20	1,20	1,20		0,75	0,80	0,80
U-verdi dører [W/m²K]	1,20	1,20	1,20		0,75	0,80	0,80
Normalisert kuldebroverdi [W/m²K]	0,03	0,06	0,06		0,03	0,03	0,03
Lufttetthet, lekkasjetall N50 [1/h]	2,50	1,50	1,50		0,60	0,60	0,60
Ventilasjonsluftmengder i driftstid [m³/(hm²)]	1,20	1,46	10,00		1,20	1,46	6,00
Ventilasjonsluftmengder utenfor driftstid [m³/(hm²)]	1,20	1,46	3,00		1,20	1,46	1,00
Varmegjenvinning ventilasjon [%]	70	70	80		85	85	82
Frostsikringstemperatur	-	-	-		-	-	-
SFP-faktor [kW/(m³/s)]	2,50	2,50	2,00		1,50	1,50	1,50
Natt- og helgesenkning (innetemperatur)	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja
Solavskjerming for elimin. lokalkjøling	-	-	Ja		-	-	Ja
Installert kjøleeffekt ventilasjon [W/m²]	0	0	25		-	-	15
Internlaster, belysning [W/m²]	1,95	1,95	8,00		1,95	1,95	4,00
, utstyr [W/m²]	3,00	3,00	11,00		3,00	3,00	6,00
, varmtvann [W/m²]	3,40	3,40	0,80		3,40	3,40	0,80
Varmetilskudd, personer [W/m²]	1,50	1,50	4,00		1,50	1,50	4,00
Solskjerming solfaktor, fast / ikke aktivisert stilling	0,45	0,35	0,40		0,45	0,35	0,40
, aktivisert stilling	-	-	0,05		-	-	0,08
, automatisk solskj.e. solflux	-	-	Automatisk		-	-	Automatisk

	TEK 10				PASSIVHUS		
	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg		Småhus	Boligblokk	Kontorbygg
Varmekapasitet gulv	10	60	60		10	60	60
Varmekapasitet tak	5	10	10		5	10	10
Varmekapasitet yttervegg	4	10	4		4	10	4
Varmekapasitet himling	5	10	10		5	10	10
Varmekapasitet gulv skillekonstruksjon	5	56	56		5	56	56
Varmekapasitet møbler	0	0	0		0	0	0
Norm varmekapasitet	16	72	68		16	72	68
Konstant tilluftstemperatur	19	19	19		19	19	19
Annen tilluftstemp sommer	-	-	16		-	-	16
Driftstid	24 timer	24 timer	8-20		24 timer	24 timer	8-20
Varmebatteri maks kapasitet	10	10	20		ikke installert	ikke installert	ikke installert
Delta T varmebatteri	-	-	-		-	-	-
SPP varmebatteri	-	-	-		-	-	-
Kjølebatteri maks kapasitet	ikke installert	ikke installert	25		ikke installert	ikke installert	15
Delta T kjølebatteri	-	-	-		-	-	0
SPP kjølebatteri	-	-	-		-	-	0,6
Plassering vifter	etter/etter	før/før	før/før		etter/etter	før/før	før/før
Maksimal effekt oppvarmingssystem	49,9	25,6	49,4		15,2	13,5	29,5
Konvektiv andel avg effekt	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5
Vannbårent	NEI	NEI	NEI		NEI	NEI	NEI
Settpunkttemperatur i/ utenfor driftstid	21/19	21/19	21/19		21/19	21/19	21/19
Driftstid oppvarming	07-23	07-23	07-19		07-23	07-23	07-19

	TEK 10				PASSIVHUS		
	Småhus	Boligblokk	Kontorbygg		Småhus	Boligblokk	Kontorbygg
BRA	175	900	3600		175	900	3600
Oppvarmet luftvolum	378	2052	8748		378	2052	8748
Areal gulv	88	300	1200		88	300	1200
Areal tak	93	300	1200		93	300	1200
Areal fasade	197	638	1516		197	638	1516
Areal yttervegg	162	458	796		162	458	796
Areal vinduer dører	35	180	720		35	180	720
Areal himling (skillekonstruksjon)	-	600	2400		-	600	2400
Areal gulv (skillekonstruksjon)	88	600	2400		88	600	2400
Energiforsyning	100% el	60% el 40% VP	40% el 60% VP		50% el 50% sol	40% el 60% VP	20% el 80% VP

forutsatt at største bredde for rektangulær åpning er 120 mm. Runde vinduer må ha åpning med høyst 120 mm diameter. Minimum høyde fra golv til underkant vindu skal være 300 mm for personheis, for annen heis 1100 mm.

:24 Heismaskinrom

- :241 Heismaskineri med tilhørende utstyr skal være plassert i særskilt, låsbart, tørt rom med elektrisk belysning og stikkontakt.

Maskinrommet skal være utført branntrygt.

Maskinrommet må ikke være gjennomgangsrom til andre lokaler. Er det av tilstrekkelig størrelse kan det tillates at en del av rommet kan nyttes til gjennomgang av servicefolk, forutsatt at alt tilhørende heisen er låsbart atskilt med nettingvegg. Denne må ha høyst 20 mm maskevidde. Opptil 50 mm maskevidde kan tillates når avstand fra vegg til nærmeste bevegelige heisdel er større enn 150 mm.

Dør til maskinrom skal utstyres med tydelig skilt merket:

Maskinrom for heis. Uvedkommende adgang forbudt.

- :242 Heismaskinrom skal være lett tilgjengelig. Atkomst skal skje gjennom dør eller lett bevegelig luke. Der særskilt trapp eller stige forlanges skal denne være fast og utstyrt med plane trinn og gelender på begge sider samt ha passende stigningsforhold.
- :243 På minst to sider av maskinen, og der en må stå for å sveive maskinen for hånden, skal det være et fritt rom med minst 500 mm bredde, regnet fra ytterste punkt på maskineriet. Den fri høyde over golv skal være minst 1,80 m. Bevegelige maskindeler, som kan være farlige for betjeningen, må skjermes.
- :244 Det skal være muligheter for oppvarming og ventilasjon av maskinrommet så temperaturen kan holdes mellom grensene + 5 °C og + 40 °C.

:25 Plassering av ledninger i maskinrom og sjakt

I heismaskinrom og lederskiverom skal i tillegg til apparater som er nødvendige for heisanlegget bare finnes gjennomgående rørledninger og kabler som er solid utført og fastklamret. De må ikke plasseres over noen av de deler som tilhører heisen eller på noen måte redusere den fri takhøyde eller inneholde brannfarlige, eksplosive eller giftige gasser.

Elektriske ledninger som ikke tilhører heisen kan rent unntaksvis tillates lagt i heissjakt forutsatt at ingen avgreninger, sikringer o.l. finnes i sjakten.

Sterkstrømledninger skal kunne frakobles før de går inn i

sjakten. Ledningene skal være motstandsdyktige både mekanisk og elektrisk og være utført etter gjeldende sterkstrømsforskrifter.

Heiskontrollen må på forhånd ha gitt tillatelse samt anvisning på hvor i sjakten eventuelle ledninger kan legges.

Kraner, ventiler, avgreninger og liknende samt rense- og inspeksjonssluker skal ikke plasseres i maskin- eller skiverom.

Kap. 47 VENTILASJON OG INSTALLASJONER

:1 Ventilasjon

:11 Definisjoner

- Friskluft — Luft som tilføres et rom, som uteluft eller som behandlet luft.
- Omluft — Inneluft som gjennom ventilasjonsaggregat føres tilbake til samme rom eller samme gruppe av rom.
- Avtrekksluft — Luft som føres bort fra et rom enten direkte til det fri eller gjennom andre rom til det fri.
- Luftfornøyelse — Den luftmengde som pr. tidsenhet tilføres og bortføres fra et lokale og angis i m³/h, m³/h pr. m² gulvflate eller m³/h pr. person.
- Luftveksling — Et roms luftfornøyelse i m³/h dividert med rommets volum.

:12 Generelt

Bygning for varig opphold skal ha tilfredsstillende ventilasjon. Det skal være luftfornøyelse både ved utsugning av brukt luft og tilførsel av friskluft. Utsugningen kan være basert på mekanisk avtrekk eller naturlig oppdrift med kanal ført opp over bygningens tak.

Frisklufttilførselen kan skje gjennom vinduer, ventiler i yttervegg eller spesielle friskluftanlegg med eller uten mekanisk drift.

Boligbygg og mindre bygninger for andre formål kan ventileres med naturlig avtrekk. Rom i slike bygninger skal ha vindu eller ytterdør som gir mulighet for rask utluftning. I store kontorbygg, forretningsbygg o.l. skal det være mekanisk avtrekk.

For ventilasjon i bygninger til spesielt bruk, som kjemiske laboratorier, industribedrifter, sykehus o.l. vises til bestemmelsene i lov om arbeidervern av 19. desember 1956 og i sunnhetsloven av 16. mai 1860.

Ventilasjonsanlegg med mekanisk drift skal utføres slik at luftfornyelsen kan reduseres, eventuelt stenges av utenom bygningens alminnelige brukstid.

Bestemmelsene om ventilasjon gjelder ikke for bygninger med mer tilfeldig bruk, hvor det ikke er naturlig å stille krav til ventilasjon.

Det tekniske anlegg skal utføres slik at det ikke oppstår eller forplantes sjenerende støy, jfr. kap. 53:

Kontroll med at kravene i disse forskrifter oppfylles, gjøres ved måling.

:13 Boliger.

:131 Avtrekk og frisklufttilførsel i boliger skal være minst så store som angitt i tabellen nedenfor.

Rom	Enten naturlig avtrekk kanaltverrsnitt i cm ²	Eller mekanisk avtrekk luftmengde i m ³ /h	Frisklufttilførsel ¹⁾
Oppholdsrom herunder soverom			Vindu som kan åpnes eller regulerbar ventil med fri åpning 30 cm ² i yttervegg.
Kjøkken	200	80	Vindu som kan åpnes og reguleres eller regulerbar ventil med fri åpning 30 cm ² i yttervegg.
Baderom med eller uten WC	150	60	Spalte over eller under dør fra tiliggende rom, med fri åpning 100 cm ² .
Separat dusjrom og WC	100	40	Spalte over eller under dør fra tiliggende rom med fri åpning 60 cm ² .
Vaske- og tørkerom i eneboliger eller tilhørende enkelt leilighet	300	80	150 cm ² spalte eller ventil fra tiliggende rom, 150 cm ² regulerbar ventil i yttervegg eller vindu som kan åpnes og reguleres.

Rom	Enten naturlig avtrekk kanaltverrsnitt i cm ²	Eller mekanisk avtrekk luftmengde i m ³ /h	Frisklufttilførsel ¹⁾
Felles vaske- og tørkerom som forutsettes brukt av:			
a) en husstand pr. dag	300	120	Kanaltverrsnitt 80 % av det kanaltverrsnitt som kreves ved kanaler for naturlig avtrekk.
b) flere husstander pr. dag, men ikke samtidig	500 ²⁾	200	
c) flere husstander samtidig. Pr. husstand	400 ²⁾	160	
Felles korridorer og trapperom	20 cm ² pr. tilsluttet leilighet og heisdør. Risten plasseres øverst i trapperommet.		50 cm ² pr. tilsluttet leilighet og heisdør. Risten skal anbringes i yttervegg i 1. etasje.
Kjeller som ikke har vindu som kan åpnes	3 cm ² pr. m ² golvareal	1 m ³ /h pr. m ² golvareal	Ventiltverrsnitt 3 cm ² pr. m ² golvareal.
Boder og loftrom	Tilfredsstillende ventilasjon		
Søppelnedkast og tilhørende søppelrom	300	300	50 cm ² ved naturlig avtrekk og 25 cm ² ved mekanisk avtrekk.
Heissjakt	50 cm ² pr. m ² sjaktareal	30 m ³ /h pr. m ² sjaktareal	50 cm ² pr. m ² sjaktareal.

1) Ved anlegg med mekanisk avtrekk tillates mekanisk frisklufttilførsel med friskluftmengde ca. 80 % av tilsvarende avtrekksmengde.

2) Naturlig avtrekk tillates bare rent unntaksvis.

:132 Ved naturlig avtrekk skal avtrekk fra kjøkken og WC føres i egne kanaler over tak.

:133 Ved varmluftanlegg med felles aggregat for flere leiligheter er det ikke tillatt at luft fra leilighetene tas i retur til aggregatet.

Ved separat varmluftoppvarming for en enkelt leilighet kan returluft fra vanlige oppholdsrom, ganger o.l. tas i retur til aggregatet. Fra kjøkken, bad, WC o.l. kan luften ikke tas i retur.

:14 Andre bygninger

:141 Avtrekk og frisklufttilførsel skal i andre bygninger enn boligbygg være som angitt i tabellen nedenfor.

Rom	Utregnet etter formel	Grenseverdi for luftveksling som ikke må underskrides $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$
Kontorer ¹⁾		5
Venterom o. l.		3
Skoler		
Undervisningsrom		7
Sløydrom		7
Skolekjøkken		15
Gymnastikksaler		10
Dusjer og løpedusjer		60
Forsamlingslokaler		10
Forretningslokaler		5
WC og urinaler		60
Servicestasjoner inntil 50 m ² gulvflate	$a \geq 0,002 A$	
Garasjer og servicestasjoner over 50 m ² :		
a) Garasje for langtidsparkering av personbiler og med personopphold mindre enn 1 h/døgn	$q \geq M \cdot C \text{ m}^3/\text{h}, C = 2$	3
b) Andre garasjer og servicestasjoner	$q \geq M \cdot C \text{ m}^3/\text{h}, C = 4$	6

¹⁾ Avtrekksluften kan benyttes som friskluft til toalettrom.

A = Gulvflatens areal i m².

a = Sammenlagt ventilasjonsåpning i m².

q = Luftveksling i m³/h.

M = Mengde kulloksyd (CO) i m³/h som avgis fra motorer i garasjen.

For personbiler beregnes denne etter formelen:

$$M = 1000 [(20 + 0,1 s_1) n_1 + 0,1 n_2 s_2] \text{ m}^3/\text{h}$$

hvor

n_1 = antall bilplasser i garasjedelen.

s_1 = gjennomsnittlig kjørestrekning i meter sammenlagt for inn- og utkjøring av en bil i garasjedelen.

n_2 = antall andre bilplasser i garasjen hvis inn- og utkjørsel foregår gjennom garasjedelen.

s_2 = gjennomsnittlig kjørestrekning i garasjedelen for inn- og utkjøring av en bil som har sin inn- og/eller utkjørsel gjennom garasjedelen.

For lastebiler og busser i garasjer der man ikke behøver regne med kødannelse settes n_1 og n_2 lik 1/25 av de aktuelle garasjedelenes areal.

:142 Ved anlegg med mekanisk avtrekk tillates mekanisk frisklufttilførsel med friskluftmengde ca. 80 % av tilsvarende avtrekksmengde.

:15 Spesielle rom

:151 Fyrrom.

Fyrrom skal ikke være tilknyttet bygningens avtrekkskanaler. Har fyrrom mekanisk tilførsel av friskluft skal luftmengden tilpasses fyringsanleggets kapasitet.

For øvrig jfr. kap. 55:

:152 Trapperom.

Røykventilasjon av trapperom, jfr. kap. 55:

:153 Motorrom.

Rom for forbrenningsmotorer se kap. 34 : 25.

Hvor det under oppvarming av brennbare stoffer utvikles brennbare eller helsefarlige damper, skal disse ha avtrekk til egen ventilasjonskanal.

:154 Sprøytemalingsrom.

Rom for sprøytemaling se kap. 34 : 35—37.

:16 Ventilasjonskanaler

:161 Utførelse.

Kanalene skal være utført av bestandig materiale. Hvor kanalene kan bli utsatt for kondens eller fører aggressive gasser, skal de være motstandsdyktige mot korrosjon.

Kanalene skal ha nødvendig stivhet, styrke og være festet forsvarlig.

Kanalene skal ha tilfredsstillende tetthet.

Alle ventilasjonskanaler skal isoleres når de går gjennom kalde rom, og når det kan oppstå kondens.

:162 Tverrsnitt.

Ved naturlig ventilasjon må korteste sidelengde i ventilasjonskanaler ikke være mindre enn 100 mm og andre ventilasjonskanaler ikke mindre enn 70 mm.

:163 Naturlig avtrekk.

Avtrekkskanaler skal føres mest mulig loddrett opp til munning over tak. Ved større trekninger skal kanaltverrsnittet økes tilsvarende den større strømningsmotstand.

:342 Etterklangstiden i felles ganger skal ikke overstige 1,0 sekunder i oktavområdet med senterfrekvens 500 Hz og ved høyere frekvenser.

:35 Støynivå

:351 Bygningens tekniske installasjoner (vann- og varmeinstallasjoner, ventilasjonsanlegg, heis, kjøleskap, vaskemaskin, avfallskvern o.l.) samt tekniske installasjoner i ervervsvirksomheter i bygningen, skal hver for seg ikke ha et støynivå som overstiger 35 dB (A) i rom for varig opphold i kjøkken 40 dB (A). Kravet omfatter ikke støynivå frembrakt ved bruk av sanitære og tekniske installasjoner innenfor den leieenhet støynivået måles.

:352 Kravene i :351 omfatter ikke momentane lyder f.eks. støy fra start eller stopp av motorer, kompressorer o.l. Bygningsrådet kan kreve særlige tiltak for reduksjon av slik støy.

:4 Andre bygninger

:41 Hotell og annet herberge, pleieanstalt o.l.

:411 Romisolering mellom hotellrom o.l. og mellom slike rom og andre rom, felles gang unntatt, skal oppfylle kravene til romisolering og skillekonstruksjoners middel-reduksjonstall i :31.

:412 Dør mellom hotellrom o.l. og felles trapperom, felles gang, fellesrom o.l. skal oppfylle kravene i :32.

:413 Etasjeskiller skal være utført slik at trinnlydnivået i hotellrom o.l. og i felles oppholdsrom oppfyller kravene i :331.

:414 Etterklangstiden i trapperom og felles gang skal oppfylle kravene i :34.

:415 Støynivå i hotellrom o.l. og i felles oppholdsrom skal oppfylle kravene i :35.

:42 Skole og andre bygninger til undervisningsformål

:421 Romisoleringen mellom ordinære undervisningsrom og mellom undervisningsrom og andre rom, felles gang unntatt, skal oppfylle et krav som ligger 3 dB lavere enn angitt for romisolering i boliger, :31. Når ordinære undervisningsrom ligger opp til rom med spesielt støyende aktiviteter (musikkrom, sløydrom o.l.), skal romisoleringen oppfylle kravene i :31.

:422 Klasserom skal normalt ha frekvensuavhengig etterklangstid i området 125—2000 Hz, og etterklangstiden skal ligge mellom 0,6 og 1,0 sekunder. I rom med støyende aktiviteter skal etterklangstiden ligge i nedre del av dette området. Etterklangstiden måles i møblerte, mennesketomme rom.

:423 Etasjeskiller skal være utført slik at trinnlydnivået i undervisningsrom oppfyller et krav hvor tallene ved de enkelte senterfrekvenser ligger 3 dB høyere enn angitt i :331.

:424 Etterklangstiden i trapp og felles gang skal oppfylle kravene i :34.

:425 Støynivå i undervisningsrom skal oppfylle kravene i :35.

:43 Sykehus

:431 Romisolering mellom alminnelige sengestuer og mellom slike rom og andre rom, felles gang unntatt, skal oppfylle kravene til romisolering i boliger, :31.

:432 Dør fra alminnelig sengestue eller felles oppholdsrom ut til trapperom, felles gang, fellesrom o.l. skal utføres og settes inn slik at det oppnå et middel-reduksjonstall på minst 25 dB.

:433 Etasjeskiller skal være utført slik at trinnlydnivået i alminnelig sengestue og felles oppholdsrom oppfyller kravene i :331.

:434 Etterklangstiden i trapperom og felles gang skal oppfylle kravene i :34.

:435 Støynivå i alminnelig sengestue og felles oppholdsrom skal oppfylle kravene i :35.

:44 Kontorbygning

I kontorbygning skal felles tekniske installasjoner ikke gi anledning til et støynivå som overstiger 40 dB (A) i kontorlokaler.

Kap. 54 VARMEISOLERING

:1 Definisjon

Varmegjennomgangskoeffisient (k) — den varmemengde som i løpet av 1 time passerer vinkelrett gjennom 1 m² av en konstruksjon når temperaturforskjellen mellom luften på konstruksjonens sider er 1 °C uttrykt i kcal/m²h °C (W/m² °C).

:2 Soneinndeling

:21 Landet deles inn i 4 temperatursoner.

Sone I.

Hedmark

— unntatt kommunene Ringsaker, Vang, Hamar, Løten, Stange, Nord-Odal, Sør-Odal, Eidskog og Grue.

Oppland	— kommunene Dovre, Vågå, Sel, Nord-Fron, Sør-Fron og Ringebu.
Sør-Trøndelag	— kommunene Tydal, Haltdalen, Ålen, Røros og Oppdal.
Nordland	— kommunene Gran, Hattfjelldal, Hemnes, Rana, Beiarn, Saltdal, Fauske, Skjerstad og Sørfold.
Troms	— kommunene Bardu, Målselv, Storfjord, Kåfjord og Nordreisa.
Finnmark	— unntatt kommunene Alta, Loppa, Hasvik, Sørøysund, Hammerfest og Kvalsund.
Sone II.	
Buskerud	— kommunene Flå, Nes, Gol, Hemsedal, Ål, Hol, Sigdal, Flesberg, Rollag, Nore og Uvdal.
Telemark	— kommunene Notodden, Bø, Sauherad, Tinn, Hjartdal, Seljord, Kviteseid, Nissedal, Fyresdal, Tokke og Vinje.
Oppland	— unntatt kommunene Dovre, Vågå, Sel, Nord-Fron, Sør-Fron og Ringebu.
Hedmark	— kommunene Ringsaker, Vang, Hamar, Løten, Stange, Nord-Odal, Sør-Odal og Grue.
Møre og Romsdal	— kommunene Surnadal og Rindal.
Sør-Trøndelag	— unntatt kommunene Tydal, Haltdalen, Ålen, Røros og Oppdal.
Nord-Trøndelag	
Nordland	— unntatt kommunene Grane, Hattfjelldal, Hemnes, Rana, Beiarn, Saltdal, Fauske, Skjerstad og Sørfold.
Troms	— unntatt kommunene Bardu, Målselv, Storfjord, Kåfjord og Nordreisa.
Finnmark	— kommunene Alta, Loppa, Hasvik, Sørøysund, Hammerfest og Kvalsund.
Sone III.	
Hedmark	
Østfold	— kun Eidskog kommune.
Akershus	
Oslo	
Vestfold	

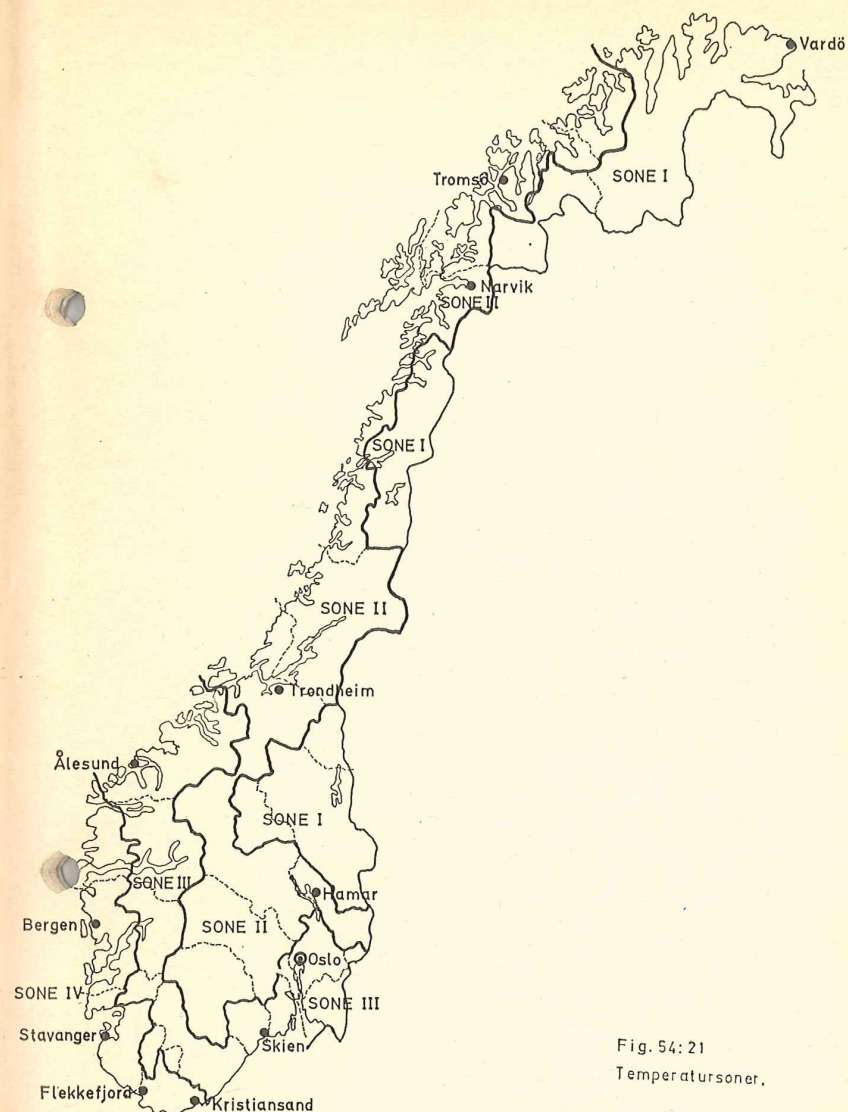


Fig. 54:21
Temperatursoner.

- Buskerud — kommunene Ringerike, Drammen, Kongsberg, Krødsherad, Modum, Øvre Eiker, Nedre Eiker, Lier, Røyken og Hurum.
- Telemark — kommunene Porsgrunn, Skien, Siljan, Bamble, Kragerø, Drangedal og Nome.
- Aust-Agder — kun Sirdal kommune.
- Vest-Agder — kommunene Suldal og Sauda.
- Rogaland — kommunene Odda, Ullensvang, Ulvik, Granvin og Voss.
- Hordaland — kommunene Vik, Balestrand, Leikanger, Sogndal, Aurland, Lærdal, Årdal, Luster, Jølster, Eid, Gloppen og Stryn.
- Sogn og Fjordane — unntatt kommunene Surnadal og Rindal.
- Møre og Romsdal — unntatt Sirdal kommune.
- Sone IV — unntatt kommunene Suldal og Sauda.
- Vest-Agder — unntatt kommunene Odda, Ullensvang, Ulvik, Granvin og Voss.
- Rogaland — kommunene Flora, Gulen, Solund, Hyllestad, Høyanger, Askvoll, Fjaler, Gaular, Førde, Naustdal, Bremanger, Vågsøy og Selje.
- Hordaland —
- Sogn og Fjordane —
- Bergen
- :22 I grenseområder mellom de forskjellige soner skal den laveste k-verdi brukes i strøk hvor det erfaringsmessig er kaldt. I grenseområder hvor klimaforholdene er gunstige, kan regnes med k-verdier for den gunstigste sone.
- :3 *Krav til varmeisolering*
- :31 *Generelt*
- Kontroll med at kravene i dette kapittel oppfylles, utføres ved beregning etter NS 3031 eller ved måling. Mineralull som er underkastet godkjent kontrollordning, inndeles i 3 grupper: A, B og C når det gjelder varmelednings-tall. For mineralull som ikke er underkastet godkjent kontrollordning, skal det regnes med høyere varmeledningstall. I leilighet og rom for varig og kortvarig opphold, samt kjellerrom som skal holdes frostfrie, skal golv, vegger, tak,

vinduer og dører mot det fri eller mot kaldt rom utføres slik at de oppfyller kravene i dette kapittel.

For arbeidsrom som ikke er bestemt for stillesittende arbeid, fastsetter bygningsrådet kravene i hvert enkelt tilfelle.

Samtlige bygningsdeler skal være så vindtette at kald luft ikke trenger igjennom konstruksjonene og slik at isolering og hulrom på innsiden av isoleringen ikke kan fylles med kald luft. Det skal unngås at det oppstår indre konveksjonsstrømninger som nedsetter varmeisoleringsevnen unormalt. Kuldebruer som kan føre til kondens eller dårlig romklima, skal unngås.

Rom med unormal tilførsel av varme, unormal ventilasjon og nedkjølte rom, skal isoleres i den utstrekning det er nødvendig.

:32 *Vegg*

Vegg med masse større enn 100 kg/m² som vender mot det fri eller mot kaldt rom, skal ha varmegjennomgangskoeffisient som ikke overstiger verdiene angitt i tabell 1, kolonne 3. Vegg med masse mindre enn 100 kg/m² som vender mot det fri eller mot kaldt rom skal ha varmegjennomgangskoeffisient som ikke overstiger verdiene i tabell 1, kolonne 4. Hvor det av tekniske eller arkitektoniske grunner er ønskelig, tillates det for begrensede deler av veggen en varmegjennomgangskoeffisient som ikke overstiger verdiene i tabell 1, kolonne 2.

Vegg mot det fri i kjellerrom som skal holdes frostfrie, skal varmeisoleres som angitt i tabell 1, kolonne 9. Hvor kjellervegg er mer enn 600 mm over terreng, kan bygningsrådet kreve bedre isolering.

:33 *Vindu og dør*

Glassdeler i vegg, vindu og vindusdør samt karm og rammer mot det fri, skal ha en varmegjennomgangskoeffisient som ikke overstiger verdiene i tabell 2. Dette krav gjelder ikke utstillingsvindu eller dørparti mellom vindfang og det fri.

:34 *Etasjeskiller*

Etasjeskiller (golv) skal ha varmegjennomgangskoeffisient som ikke overstiger verdiene i tabell 1, kolonne 7 og 8.

Oppvarmede golv direkte på grunn skal varmeisoleres slik at den samlede varmegjennomgangskoeffisient fra innvendig luft til fri luft ikke overstiger 0,40 kcal/m²h °C (0,46 W/m² °C) for et 6,0 m bredt randfelt langs bygningens yttervegger. For golvflaten innenfor randfeltet stilles ingen krav til varmeisolering.

Tabell 1. Høyeste tillatte varmegjennomgangskoeffisient i kcal/m²h °C (W/m² °C)¹⁾

Bolig og andre rom for varig og kortvarig opphold									
Sone	Vegg mot det fri eller mot kaldt rom			Tak mot det fri eller etasjeskiller mot loft (mot kaldt rom)		Etasjeskiller (golv)		Frostfritt kjellerrom	
	Vegg mot det fri eller mot kaldt rom			Tak mot det fri eller etasjeskiller mot loft (mot kaldt rom)		Etasjeskiller (golv)		Frostfritt kjellerrom	
	Tillates for begren- sede deler av en vegg	Vegg med masse større enn 100 kg/m ²	Vegger med masse på høyst 100 kg/m ²	Utført av annet materiale enn tre	Tre- konstruk- sjon	Mot kjeller eller mot lukket rom	Mot det fri	Vegg mot det fri	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	
Sone I	0,80 (0,93)	0,60 (0,70)	0,40 (0,46)	0,40 (0,46)	0,35 (0,41)	0,50 (0,58)	0,35 (0,41)	1,35 (1,57)	
Sone II	0,90 (1,04)	0,70 (0,81)	0,40 (0,46)	0,40 (0,46)	0,35 (0,41)	0,50 (0,58)	0,35 (0,41)	1,35 (1,57)	
Sone III	1,10 (1,28)	0,90 (1,04)	0,50 (0,58)	0,50 (0,58)	0,40 (0,46)	0,60 (0,70)	0,40 (0,46)	1,70 (1,98)	
Sone IV	1,10 (1,28)	0,90 (1,04)	0,50 (0,58)	0,50 (0,58)	0,40 (0,46)	0,60 (0,70)	0,40 (0,46)	2,00 (2,33)	

¹⁾ Tall i parentes i W/m² °C.

Tilslutningen mellom golv og grunnmur eller sokkel utføres slik at det ikke blir noen skadelig kuldebru.

:35 Tak

Tak mot det fri eller etasjeskiller mot loft (mot kaldt rom), skal ha en varmegjennomgangskoeffisient som ikke overstiger verdiene i tabell 1, kolonne 5. For konstruksjoner med bærende deler av tre gjelder kolonne 6.

Tabell 2 — Høyeste tillatte varmegjennomgangskoeffisient for vindu og dør mot det fri, i kcal/m² n °C (W/m² °C)¹⁾.

Sone	Vindus- og dørflate f ²⁾ Total ytterveggflate F		
	f/F ≤ 0,3		
	0,3 < f/F < 0,6		
I	2,7 (3,14)	2,7 (3,14)	2,1 (2,44)
II	2,7 (3,14)	2,7 (3,14)	2,1 (2,44)
III	3,1 (3,60)	2,7 (3,14)	2,1 (2,44)
IV	3,1 (3,60)	3,1 (3,60)	2,7 (3,14)

¹⁾ Tallene i parentes i W/m² °C.²⁾ Forholdet f/F regnes særskilt for hvert enkelt rom.

Med f forstås arealet av vindu og dør innenfor karmens ytre side.

Med F forstås det totale, innvendige areal av yttervegg medregnet vindu, dør og flater dekket av skap o. l.

Kap. 55 BRANNVERN**:1 Definisjoner****Branncelle**

— avgrenset del av en bygning hvor en brann fritt kan utvikle seg uten å spre seg til andre deler av bygningen i løpet av fastsatt tid. I de konstruksjoner som omgir branncellen, kan det være deler med mindre brannmotstand enn den som svarer til denne tid, f. eks. vinduer og dører hvis brannens spredning gjennom disse kan hindres ved brannvesenets normale innsats eller på annen måte. Eksempel på branncelle er branntrygt og brannherdig rom, leilighet, kontorlokale, trapperom, fyrrom m. v.

52:32 **Lydnivå utendørs**

Fra bygningens installasjoner:

Lydnivå (L_A maks) fra bygningens tekniske installasjoner skal ikke overstige 32 dB(A) i oppholdsrom i boenheter, sengerom i pleieanstalter, sykehus og hoteller samt i undervisningsrom. Kravet omfatter ikke lyd ved bruk av vann – og sanitærinstallasjoner i samme boenhet eller sengerom. I enkelte rom (kjøkken o.l.) aksepteres 5 dB høyere nivå. Fra tekniske installasjoner for ervervsmessig virksomhet i samme bygning skal lydnivået (L_A maks) ikke overstige 27 dB(A).

Lydnivå (L_A maks) fra bygningens tekniske installasjoner skal ikke overskride 40 dB(A) i kontorlokaler.

I arbeidslokaler tilpasses kravene grensene for støybelastning som er gitt i «Støy på arbeidsplassen. Forskrifter med kommentarer.» Direktoratet for Arbeidstilsynet 1982.

Fra utendørs lydkilder:

Lydnivå fra utendørs kilder (døgnkvivalentnivået (L_A , ekv, 24)) skal ikke være høyere enn 30 dB(A) i oppholdsrom i boenheter, overnattingssteder, pleieanstalter og sykehus samt i undervisningsrom.

Fra andre lydkilder:

Lydnivå (L_A maks) fra bruk av felles garasjeanlegg, parkeringsplass skal ikke overstige 32 dB(A) i oppholdsrom i boenheter.

52:33 **Lydnivå utendørs**

Utendørs lydnivå (L_A maks) fra en bygnings tekniske installasjoner skal ikke overskride 40 dB(A) utenfor vindu for oppholdsrom, undervisningsrom og arbeidsrom eller på bebyggelsens uteareal. Dette gjelder også lydnivå på tilsvarende arealer ved nærliggende bygning.

Kap 53. Varmerisolerings og tetthet53:1 **Generelt**

Bygning som skal holdes oppvarmet, skal være varmeisoleret og så tett at godt innneklima og god energiøkonomi kan oppnås.

Fasader skal utformes slik at unødig overtemperatur på grunn av solstråling gjennom vinduer unngås.

Rom som kan bli utsatt for unormale temperaturer på grunn av overskuddsvarme og rom som grenser til nedkjølte rom, skal isoleres i den utstrekning det er nødvendig av hensyn til et godt innneklima og god energiøkonomi.

53:11 **Driftsbygninger i landbruket**

Driftsbygning skal være slik isolert mot varmetap og være tett slik at det opprettholdes et tilfredsstillende klima i forhold til dyrenes behov.

Rom som skal holdes oppvarmet med tilført energi, skal tilfredsstillende bestemmelsene i 53:2.

53:2 **Isolering mot varmetap**

Gjennomsnittlig varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) for bygningsdeler skal ikke overstige verdiene i tabell 53:2.

Tabellverdiene for yttervegg gjelder når vindusarealet utgjør høyst 15% av bygningens bruttoareal etter NS 3940 inntil 5 m fra yttervegg. For bygninger som er bredere enn 10 m kan vindusarealet økes med 3 % av den del av bruttoarealet som ligger mer enn 5 m fra yttervegg.

Tabell 53:2 Varmegjennomgangskoeffisient (U-verdi) for bygningsdeler.

Bygningsdeler	U-verdi i W/(m ² *K) ved innnetemperatur		
	> 18 °C 1	10-18 °C 2	0-10 °C 3
Fasader: yttervegg	0,30	0,60	0,80
vindu	2,40	3,00	-
dør, port	2,00	2,60	-
Tak	0,20	0,40	0,60
Golv: mot det fri	0,20	0,30	0,40
mot ikke oppvarmet rom	0,30	0,50	0,60
på grunnen ¹⁾	0,30	0,50	0,60

- 1) For golv direkte på grunnen gjelder kravet både som gjennomsnitt for hele golvet og for et 1 m bredt randfelt langs bygningens yttervegger.

Virkning av kuldebroer som følge av gjennombrutt isolering skal medregnes.

Varmetapet fra et oppvarmet rom til et ikke oppvarmet rom som grenser til det fri, skal ikke være større enn om varmetapet skjedde direkte til det fri.

Kravene til varmeisolering av en bygning kan tilfredsstilles ved andre U-verdier enn angitt i tabell 53:2 når det dokumenteres at energibehovet til oppvarming ikke blir større enn om kravene til hver enkelt bygningsdel følges. U-verdiene må ikke overstige verdiene i tabell 53:2, kolonne 3 for noen bygningsdel.

Ved omfordelingsberegning kan isolering av golv på grunnen inngå bare med den del som ligger inntil 6 m fra yttervegg.

For lager- og industribygninger og for bygninger eller rom som holdes oppvarmet i korte perioder, kan kravene i kolonne 2 brukes selv om innetemperaturen er over 18 °C. Rom som ikke oppvarmes til over 0 °C, kreves ikke varmeisolert.

53:3

Tetthet

Bygninger skal være så tette at lekkasjetallet¹ ikke blir større enn angitt i Tabell 53:3.

- 1) Målt luftlekkasje delt på volumet av oppvarmede rom. Se NS 8200.

Tabell 53:3 Største lekkasjetall

Bygningstype	Lekkasjetall
Småhus og rekkehus	4
Andre bygninger med inntil 2 etasjer	3
Andre bygninger over 2 etasjer	1,5

Tettesjikt, tilslutninger og fuger skal være så tette at varmisoleringen ikke reduseres og slik at det ikke oppstår sjenerende trekk eller nedfukting.

Kap 54. Tilfluktsrom

Om tilfluktsrom vises til «Forskrifter om tilfluktsrom», fastsatt av Justisdepartementet 29. desember 1975. Forskriftene er supplert med bestemmelser fra Direktoratet for sivilt beredskap.