



Kommunal- og moderniseringsdepartementet

Ytterligere beregninger knyttet til rapporten "Energifleksibilitet i bygg - en studie av konsekvenser av preaksepterte løsninger"

Utgave: 2

Dato: 07.11.2017

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	Kommunal- og moderniseringsdepartementet
Rapporttittel:	Ytterligere beregninger knyttet til rapporten "Energifleksibilitet i bygg - en studie av konsekvenser av preaksepterte løsninger"
Utgave/dato:	2/ 07.11.2017
Filnavn:	Ytterligere beregninger knyttet til rapporten Energifleksibilitet i bygg - en studie av konsekvenser av preaksepterte løsninger.docx
Arkiv ID	
Oppdrag:	607292-05–Kartlegging energiforsyning TEK 10 - Ytterligere beregninger
Oppdragsleder:	Espen Løken
Avdeling:	Energi og miljø
Fag	Energi og miljø i bygg
Skrevet av:	Espen Løken
Kvalitetskontroll:	Lars Bugge
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

FORORD

Asplan Viak utarbeidet våren 2016 utredningen «*Energifleksibilitet i bygg - en studie av konsekvenser av preaksepterte løsninger*» (AV 2016). Hensikten med utredningen var å «fremskaffe underlag som skulle inngå i grunnlaget for å vurdere omfanget av energifleksible energisystemer som følger av TEK10 § 14-4 annet ledd bokstav a». Det skulle kartlegges «konsekvenser ved ulike krav til minimumsytelsen som skal angis i veiledningen til bestemmelsen».

Utredningen tok for seg krav om hhv. 30, 50, 60, 70 og 90 % energifleksibel varmforsyning for boligblokk, kontorbygning og forretningsbygning. Det ble sammenlignet med et alternativ med helelektrisk oppvarming.

I september 2017 bestilte Kommunal- og moderniseringsdepartementet ytterligere konsekvensvurderinger av beregningene fra AV 2016, med fokus på merkostnad knyttet til en evt. endring i kravet i preakseptert ytelse fra 60 % til 80 % energifleksibel energiforsyning.

De nye beregningene er utført ut fra de samme grunnlagsdata (energi- og effektbehov, energipriser, enhetskostnader, virkningsgrader, levetider, kalkulasjonsperiode og kalkulasjonsrente) som i den opprinnelige rapporten.

Espen Løken har oppdragsleder og kontaktperson for oppdraget. Lars Bugge har gjennomført sidemannskontroll av arbeidet.

Dette er versjon 2 av rapporten, der det er innarbeidet kommentarer/innspill fra oppdragsgiver, sendt per e-post 26.10.2017.

Sandvika, 07.11.2017

Espen Løken
Oppdragsleder

Lars Bugge
Kvalitetssikrer

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Sammendrag.....	4
2	Innledning – bakgrunn.....	5
3	Forutsetninger for beregningene	6
3.1	Netto energibehov.....	6
3.2	Øvrige forutsetninger.....	6
4	Vurderinger og beregninger.....	7
4.1	Boligblokk.....	8
4.2	Kontorbygg.....	16
4.3	Forretningsbygg	20
5	Oppsummering.....	24

1 SAMMENDRAG

Iht. gjeldende veiledningstekst til § 14-4 i Teknisk forskrift (TEK 17) så innebærer de preaksepterte ytelsene for energifleksibile varmesystemer at «*Energifleksible systemer må dekke minimum 60 prosent av normert netto varmebehov, beregnet etter NS 3031:2014*».

Denne utredningen inneholder en vurdering av konsekvenser, i første rekke kostnadskonsekvenser, ved å endre kravet i den preaksepterte ytelsen fra 60 % til 80 % av normert netto varmebehov.

Det er tatt utgangspunkt i beregninger og vurderinger fra utredningen «*Energifleksibilitet i bygg - en studie av konsekvenser av preaksepterte løsninger*»; utarbeidet av Asplan Viak for DiBK i 2016.

For en boligblokk viser beregningene at et økt krav fra 60 til 80 % i preakseptert ytelse vil påføre utbygger av boligblokker en økt investeringskostnad i energiforsyningsanlegget (distribusjon og varmeproduksjon) i år 0 på 30–40 %, tilsvarende 140–170 kr/m². Merkostnaden blir såpass høy i dette tilfellet fordi det må installeres et vannbårent romoppvarmingsanlegg dersom preakseptert andel er 80 %, mens det i stor grad kan benyttes helelektrisk oppvarming (panelovn/elektrisk gulvvarme) dersom preakseptert andel er på 60 %. Ved bruk av ordinære løsninger for vannbåren romoppvarming, medfører dette en betydelig merkostnad.

Merkostnaden vil reduseres dersom utbygger velger å installere løsningen som markedsføres av bl.a. LK systems / Agder Energi, eller tilsvarende fra andre leverandører, der radiator-/gulvvarmeanlegget tilkobles distribusjonsnett for varmt tappevann. Merkostnaden vil, dersom utbygger velger denne løsningen, ligge på ca. 15 kr/m² (noe høyere dersom det legges til grunn fjernvarme).

For et kontorbygg vil endringen i preakseptert ytelse påføre utbygger en økt investeringskostnad i år 0 på 20–30 %, tilsvarende 50–100 kr/m². Kostnadsforskjellen skyldes at det må endres fra elektrisk til vannbåren ventilasjonsoppvarming, og dette har noe høyere kostnad.

For et forretningsbygg vil endringen i preakseptert ytelse påføre utbygger en økt investeringskostnad i år 0 på 20–50 %, tilsvarende 70–150 kr/m². Grunnen til at økningen blir noe større for forretningsbygg enn for kontorbygg, er at en høyere andel av maksimaleffekten til oppvarming i et forretningsbygg er knyttet til ventilasjonsoppvarmingen.

En bieffekt av kravene som stilles til andel energifleksibel varmforsyning, er at utbyggere av næringsbygg som velger å bygge energieffektivt (reduisert rom- og ventilasjonsoppvarmingsbehov), vil kunne få begrensninger i handlingsrommet for byggets varmforsyning, sammenlignet med en utbygger som velger å bygge iht. de minimumskrav som stilles til byggets energiytelse. Utbygger av et energieffektivt bygg kan dermed miste muligheten for å basere seg på benkeberedere til oppvarming av tappevann (ved preakseptert ytelse på 80 %) eller måtte installere vannbåren ventilasjonsoppvarming (ved preakseptert ytelse på 60 %).

2 INNLEDNING – BAKGRUNN

17. november 2015 fastsatte Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD) nye energikrav i byggt teknisk forskrift (TEK10), der det i § 14-4 annet ledd bokstav a heter at «bygning med over 1 000 m² oppvarmet BRA skal ha energifleksible varmesystemer».

I løpet av vinter/vår 2016 var det en del debatt knyttet til formuleringer i veiledningen til forskriften. På vegne av DiBK utarbeidet Asplan Viak i den forbindelse en kartlegging av konsekvenser ved ulike krav til minimumsyttelsen angitt i veiledningen til bestemmelsen, («*Energifleksibilitet i bygg - en studie av konsekvenser av preaksepterte løsninger*»; AV 2016). Arbeidet vurderte hvordan det kan forventes at beslutningstagere vil forholde seg til ulike formuleringer i veileder. Videre ble det utarbeidet et funksjonelt beregningsverktøy for å sammenligne kostnader for ulike alternativer. Når det gjelder enhetskostnader benyttet i beregningene, ble det i all hovedsak benyttet kostnader fra kjente utredninger/rapporter fra Enova/Cowi/NVE.

For å dokumentere at et bygg overholder forskriftskravet vil byggeaktørene normalt ta utgangspunkt i preaksepterte ytelser beskrevet i veileder til forskriften. Iht. gjeldende veiledningstekst så innebærer de preaksepterte ytelsene at «*Energifleksible systemer må dekke minimum 60 prosent av normert netto varmebehov, beregnet etter NS 3031:2014*».

Kommunal og moderniseringsdepartementet (KMD) har bestilt en vurdering av konsekvenser ved å endre kravet i den preaksepterte ytelsen fra 60 % til 80 % av normert netto varmebehov.

Nedenfor angis annet ledd i forskriftens § 14-4 og tilhørende veiledningstekst, gjeldende per september 2017.

§ 14-4. KRAV TIL LØSNINGER FOR ENERGIFORSYNING

Bygning med over 1 000 m² oppvarmet BRA skal

1. ha energifleksible varmesystemer, og
2. tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger.

Veiledning til annet ledd

Energifleksible varmesystemer gjør det mulig å dekke varmebehov med ulike varmekilder. Krav om energifleksible varmesystemer innebærer ikke at man må ha flere varmekilder tilgjengelig samtidig, men at bytte av varmekilde er en reell mulighet. De mest aktuelle varmebærerne vil være vann og luft.

Energifleksible systemer kan omfatte romoppvarming, ventilasjonsvarme og varmt tappevann, se figur 1.

Lavtemperatur varmeløsninger sikrer energifleksibilitet som åpner for effektiv bruk av flere energikilder, for eksempel spillvarme, solvarme og omgivelsesvarme (i luft, grunnvann, sjøvann, berg, jord mv.). Der overføring av varme i hovedsak skjer ved strålepanel, for eksempel i taket eller på veggen, er bestemmelsen om lavtemperatur varmeløsning normalt ikke relevant.

Bakgrunnen for å gi minimumsareal for byggets varmesentral, er å gi reell fleksibilitet i byggets livsløp. Arealet avsatt til varmesentralen kan ikke være så lite at for eksempel kun el-kjel(er) har tilstrekkelig plass.

Preaksepterte ytelser

Følgende ytelser må minst være oppfylt:

1. Energifleksible systemer må dekke minimum 60 prosent av normert netto varmebehov, beregnet etter NS 3031:2014.
2. Lavtemperatur energifleksible varmeløsninger må ha turtemperatur på 60 °C eller lavere ved dimensjonerende forhold. Dette gjelder ikke for varmt tappevann.
3. Minimumareal avsatt til varmesentral skal beregnes etter formelen: 10 m² + 1 prosent av BRA, opptil 100 m².
4. Takhøyden i rom for varmesentral skal være minimum 2,5 meter.
5. Fri bredde for alle dører, i transportveien inn til varmesentralen, skal være minimum 1,0 meter.

3 FORUTSETNINGER FOR BEREGNINGENE

Nedenfor angis forutsetninger for beregningene som er utført i forbindelse med rapporten.

3.1 Netto energibehov

Oppdraget i 2016 var avgrenset til å se på bygningskategoriene boligblokk, kontorbygning og forretningsbygning. AV ble bedt om å bruke underlaget som ble utarbeidet ved beregning av energirammene for de oppdaterte energikravene i TEK 10 (nå TEK 17). Dette er energi-beregninger av de såkalte SINTEF-kassene (altså typiske bygg med enkel geometrisk utforming), utarbeidet av Multiconsult på vegne av DiBK. Asplan Viak fikk resultatene fra disse beregningene tilsendt fra DiBK.

Tabell 3-1 oppsummerer hvordan netto oppvarmingsbehov fordeler seg mellom romoppvarming, ventilasjonsoppvarming og oppvarming tappevann for de tre bygningskategoriene i de nevnte energiberegningene.

Tabell 3-1: Netto oppvarmingsbehov for de tre referansebyggene

Oppvarmet BRA [m ²]	Boligblokk 900			Kontorbygg 3600			Forretningsbygg 3600		
	kWh	kWh/m ²	% av totalt oppvarmingsbehov	kWh		% av totalt oppvarmingsbehov	kWh		% av totalt oppvarmingsbehov
Romoppvarming [kWh/år]	22 168	25	43 %	69 038	19	64 %	150 186	42	68 %
Ventilasjonsvarme [kWh/år]	2 749	3	5 %	20 980	6	19 %	34 225	10	15 %
Oppvarming av tappevann [kWh/år]	26 792	30	52 %	18 040	5	17 %	36 408	10	16 %
Ventilasjonskjøling (kjølebatterier)	-			51 917			118 694		
Totalt oppvarmingsbehov [kWh/år]	51 709	57		108 058	30		220 819	61	

Noen viktige observasjoner fra tabellen er:

- For boligblokken utgjør tappevann over 50 % av oppvarmingsbehovet.
- For kontorbygget og forretningsbygget utgjør ventilasjonsvarme og tappevann over 30 % av oppvarmingsbehovet.
- Romoppvarmingsbehovet vil kunne reduseres ved å gjøre energieffektiviseringstiltak på bygningsskallet, bl.a. ved at isolasjon av bygget mm er bedre enn det som er forutsatt i energirammeberegningene. Tilsvarende gjelder for behovet for ventilasjonsvarme. I slike tilfeller vil prosentandelen av oppvarmingsbehovet som benyttes til oppvarming av tappevann øke.
- Den reelle prosentfordelingen vil for virkelige bygg avvike fra oppgitte fordeling, da den også er avhengig av evt. energieffektiviseringstiltak som gjennomføres. I praksis vil evt. energitiltak medføre at prosentandelen for varmtvann økes.

Det gjøres for ordens skyld oppmerksom på at boligblokken som er benyttet som referansebygg er på 900 m², noe som er mindre enn grensa for det nye forskriftskravet på 1000 m². Følgelig gjelder strengt tatt ikke forskriftskravet for referansebygget. Dette er imidlertid uproblematisk for den prinsipielle problemstillingen i prosjektet, og vi benytter derfor referansebygget på 900 m² i analysen.

3.2 Øvrige forutsetninger

Øvrige forutsetninger (energi- og effektbehov, energipriser, enhetskostnader, virkningsgrader, levetider, kalkulasjonsperiode og kalkulasjonsrente) er de samme som i AV 2016.

4 VURDERINGER OG BEREGNINGER

Avhengig av hvilken prosentsetsats for fleksibel andel av varmebehovet som defineres som preakseptert ytelse til krav om «*energifleksibile varmesystemer*», vil det være et varierende antall varmforsyningsløsninger som overholder kravet. Jo lavere prosentsetsatsen settes, jo flere forskjellige løsninger vil kunne ansees som preaksepterte løsninger, og vil dermed kunne velges av aktørene i markedet/beslutningstagerne (byggheerrer/totalentreprenører).

Det må forventes at en stor andel av beslutningstagerne kommer til å gjøre valg av varmforsyningsløsning først og fremst ut fra investeringskostnader, ettersom det som oftest ikke er de samme som gjør investeringsbeslutningen som betaler for energibruken i bygget.

Slike aktører vil i mange tilfeller velge den varmforsyningsløsningen de anser at har lavest investeringsbehov, men samtidig må de nødvendigvis sørge for at løsningen innebærer tilstrekkelig høy grad av energifleksibilitet til å overholde kravene i Teknisk forskrift. Et premiss i vurderingene i AV 2016, og i de oppdaterte vurderingene i denne rapporten, er at de som investerer, så langt som mulig, vil ønske å «slippe» å bygge vannbårent romoppvarmingssystem, fordi mange oppfatter det som kostnadskrevenende.

NB: Det understrekes at utredningen ikke angir hvilke løsninger som Asplan Viak anbefaler at blir valgt, men hvilke løsninger som vi tror at mange aktører – spesielt de med ekstra fokus på lavest mulig investeringsbehov – vil velge.

Følgende definisjon for energifleksibile varmesystemer blir benyttet i utredningen (samme definisjon som i AV 2016).

Med «energifleksibile varmesystemer» menes at utskifting mellom energikilder kan skje uten inngrep i bygningskroppen, og utelukkende innen teknisk rom (uten at det gjennomføres vesentlig ombygging). Det vil i praksis bety at det må benyttes et internt varmedistribusjonsnett (vann- eller luftbårent), som forsynes med varme fra en varmesentral i bygget, eventuelt fjernvarme/nærvarme.

Varmtvannsberedning i en felles varmesentral ansees i henhold til denne definisjonen som et «*energifleksibelt varmesystem*». Individuelle elektriske varmtvannsberedere plassert i hver enkelt boenhet/hvert enkelt minikjøkken eller lignende, vil imidlertid ikke regnes som energifleksibile. Heller ikke luft/luft varmepumper, og utrustning med egne el-aggregater kan ansees som energifleksibile energisystemer iht. denne definisjonen.

4.1 Boligblokk

4.1.1 Boligblokk 60 % – nullalternativ

Iht. beregningen utført av Multiconsult for boligblokk (rammekravsberegning av en såkalt «SINTEF-kasse», se Tabell 3-1), vil tappevannsoppvarming utgjøre i overkant av 50 % av det totale varmebehovet for bygget. Multiconsults beregning gjelder i praksis den minst energieffektive boligblokken som vil kunne godkjennes innenfor energikravene i byggeforskriften. Dermed vil virkelige boligblokker ha et rom- og tappevannsbehov på samme nivå eller et lavere nivå enn i Multiconsults beregning. I praksis blir det derfor slik at i virkelige boligblokker vil prosentandelen for tappevann ligge på 50 % eller høyere.

Dersom kravet om andel energifleksibel varmeforsyning for boligblokker var på opptil 50 %, ville det derfor «automatisk» være tilstrekkelig at kun tappevannsbehovet er energifleksibelt, dvs. sentralisert tappevannsoppvarming. Dagens preaksepterte ytelse (oppdatert TEK 10 og TEK 17) er imidlertid 60 %, og dermed kan man ikke automatisk si at det vil være tilstrekkelig at kun tappevannsbehovet er energifleksibelt.

Utbyggere av boligblokker over 1000 m² har dermed to alternativer for å overholde den gjeldende preaksepterte ytelsen:

1. Gjennomføre energieffektiviseringstiltak som sikrer at oppvarmingsbehovet til rom og ventilasjon reduseres såpass mye at de to energipostene utgjør mindre enn 40 % av byggets oppvarmingsbehov. Oppvarmingsbehovet til disse postene må i så fall reduseres med ca. 30 %, sammenlignet med Multiconsults beregning av SINTEF-kassa. I dette alternativet kan utbygger velge mellom vannbåren eller helelektrisk romoppvarming (panelovner). Dette alternativet ble lagt til grunn i AV 2016.
2. Installere vannbåren romoppvarming i hele eller deler av bygget. (Dette alternativet ble ikke direkte omtalt i AV 2016.)

Dette betyr at man som en kompensasjon for å bygge ekstra energieffektivt unngår krav om vannbåren romoppvarming og/eller ventilasjonsoppvarming. En utbygger som først og fremst er opptatt av investeringskostnaden, vil dermed velge å gjennomføre relevante energieffektiviseringstiltak dersom merkostnaden for dette er lavere enn merkostnaden for å bygge vannbårent romoppvarmingsanlegg.

Utfra disse betraktningene kan det legges til grunn tre forskjellige nullalternativer for boligblokken.

- A. Tappevann alene dekker 60 % energifleksibel varmeforsyning. Det er gjennomført energieffektiviseringstiltak for tilstrekkelig reduksjon av energibehov til rom- og ventilasjonsoppvarming. Hva slags energieffektiviseringstiltak som vil være aktuelle diskuteres i kap. 4.1.5.
- B. All tappevannsoppvarming og deler av romoppvarmingen er energifleksibel. Alternativet er beregningsmessig løst ved at det er forutsatt at 25 % av blokkens bruksareal blir utstyrt med vannbårent varmeanlegg. Hvordan dette vil løses i praksis diskuteres i kap. 4.1.8.
- C. All tappevannsoppvarming og hele romoppvarmingen er energifleksibel.

4.1.2 Boligblokk 80 %

Ved krav om 80 % energifleksibel varmforsyning vil det i tillegg til sentralisert tappevannsoppvarming være nødvendig med vannbåren romoppvarming i hele bygget, dvs. gulvvarme og/eller radiatorer. Beregningene omtalt nedenfor er gjort med et forenklet varmesystem, dvs. ett til to varmelegemer (radiatorer) plassert sentralt i leiligheten.

Det er i utgangspunktet mulig å oppnå 80 % energifleksibel varmforsyning også dersom det velges elektrisk gulvvarmeanlegg på badetrom. Multiconsults rapport «*Energibruk i badetrom i nye leiligheter*» viser at badegulv står for mellom 12 % og 38 % av det totale romoppvarmingsbehovet, noe som i snitt vil utgjøre mellom 5 og 15 % av det totale varmebehovet.

I praksis vil nok dette velges av en del utbyggere. Kostnadsforskjellen mellom vannbåren og elektrisk badetromsoppvarming er på omlag 180 kr per m² badetrom. Ettersom badetrommet kun utgjør en beskjeden del av byggets bruksareal, vil denne kostnadsforskjellen ikke gi en signifikant forskjell på totalkostnadene for alternativene. Det er derfor sett bort fra dette i kostnadsberegningene.

Sammenligning med nullalternativ A:

- Utbygger må installere vannbåren romoppvarming (radiatorer/vannbåren gulvvarme) i hele bygget. I praksis øker ikke effektbehovet til grunnlasten, så det kreves ingen ekstra investering i varmepumper eller kjelanlegg. (Effektbehovet til grunnlast romoppvarming er lavere enn effektbehovet til tappevannsoppvarming. Det er altså forutsatt at VP-/kjelanlegg styres slik at det kun tilføres effekt til tappevannsoppvarming dersom det finnes tilgjengelig effekt. Dersom rom- og ventilasjonsoppvarming benyttes på full effekt, må tappevannsoppvarmingen altså vente.)
- Det ekstra insitamentet for å gjennomføre energieffektiviseringstiltak for å unngå krav om vannbårent romoppvarmingsanlegg faller bort.

Sammenligning med nullalternativ B:

- Utbygger må installere vannbåren romoppvarming (radiatorer/vannbåren gulvvarme) i hele bygget. Som i «*sammenligning med nullalternativ A*» øker ikke effektbehovet til grunnlasten, så det kreves ingen ekstra investering i varmepumper eller kjelanlegg.

Sammenligning med nullalternativ C:

- Alternativet for boligblokk 80 % er eksakt det samme som nullalternativ C.

4.1.3 Oppsummering boligblokk

Tabell 4-1 oppsummerer hvilke løsninger som vi anser som mest sannsynlige valg av aktører med fokus på lavest mulig investeringskostnad, ved ulike prosentsatser i preakseptert ytelse.

I tabellen er det også angitt hvor stor andel av varmebehovet som vi mener kan ansees dekket av energifleksible varmesystemer. Disse tallene er basert på resultater fra energiberegningene omtalt i Tabell 3-1. Virkelige bygg vil ha en annen fordeling, jfr. kap. 4.1.1.

Fargekoding i tabellen er:

Grønn: Energifleksibile varmesystemer iht. DiBKs definisjon

Oransje: Delvis energifleksibelt varmesystem

Rød: Ikke energifleksibelt varmesystem

Tabell 4-1: Forventede energiforsyningsløsninger for boligblokk.

		Sannsynlig/minimum varmforsyningsløsning ved krav om x % energifleksibel varmforsyning					
		x = 60 % Nullalternativ A	Dekn. grad.	x = 60 % Nullalternativ B	Dekn. grad.	x = 80 %	Dekn. grad.
Boligblokk	Romoppvarming	Elektrisk panelovn. Energiltak på bygningskroppen.		Vannbårent i deler av bygget. Elektrisk panelovn i resten.		Vannbårent (radiator/vannbåren gulvvarme)	> 30 %
	Romoppvarming bad	Elvarme i badegulv		Elvarme i badegulv		Elektrisk gulvvarme	
	Ventoppvarming	Helelektrisk varmebatteri		Helelektrisk varmebatteri		Helelektrisk varmebatteri	
	Varmt tappevann	Felles elektrisk tappevannsbereder	> 60 %	Felles elektrisk tappevannsbereder	> 60 %	Felles elektrisk tappevannsbereder	> 50 %
Sum energifleksibel varmforsyning			> 60 %		> 60 %		> 80 %

4.1.4 Kostnadsberegninger

Nedenfor beregnes kostnader knyttet til hver av løsningene. Følgende verdier er beregnet:

- Investeringskostnader ved oppføring av bygget (år 0)
- Totale investeringskostnader i byggets levetid
- Driftskostnader første år
- Totalkostnader over byggets levetid
- Årlig energiforbruk til oppvarming (levert energi).

I radene for «Total inv. Byggets levetid» er oppgitte investeringskostnader ikke diskontert, og det er ikke tatt hensyn til restverdien. Disse effektene er imidlertid medtatt ved beregning av årlige kapitalkostnader, totale årskostnaden, ekvivalent energikostnad og diskontert total-kostnad over byggets levetid på 50 år.

Tabell 4-2: Kostnader og behov for levert energi, **nullalternativ A** - boligblokk med sentralisert tappevannsoppvarming, panelovn/elektrisk gulvvarme og elektriske varmebatterier (desentral ventilasjon).

	1 FV	2 LV-VP	3 Pellets	4 Elkjel
Investering år 0 [NOK]	355 000	425 000	415 000	295 000
(derav varmekilde [NOK])	55 000	130 000	120 000	0
Total inv. Byggets levetid [NOK] (ikke diskontert, ikke tatt hensyn til restverdi)	355 000	810 000	770 000	295 000
(derav varmekilde [NOK])	55 000	520 000	480 000	0
Annuitet (kapitalkostnader) år 1 [NOK/år]	20 337	29 279	28 416	17 731
Kostnader innfyrt energi år 1 [NOK/år]	33 993	25 894	30 107	34 516
Drift og vedlikehold år 1 [NOK/år]	3 530	5 538	7 722	2 970
Årskostnad innfyrt energi + D&V år 1 [NOK/år]	37 523	31 432	37 829	37 486
Total årskostnad inkl kapitalkost år 1 [NOK/år]	57 861	60 711	66 245	55 217
Ekv. energikostnad år 1 [kr/kWh]	1,12	1,17	1,28	1,07
Diskontert totalkostnad over levetid på 50 år [NOK]	1 159 078	1 220 304	1 339 190	1 102 280
Årlig energiforbruk til varme (levert energi) [kWh]	54 419	39 889	61 157	54 700

Tabell 4-3: Kostnader og behov for levert energi, **nullalternativ B** - boligblokk med sentralisert tappevannsoppvarming, radiatoranlegg i 25 % av bygget og panelovn/elektrisk gulvvarme i resten, samt elektriske varmebatterier (desentral ventilasjon).

	1 FV	2 LV-VP	3 Pellets	4 Elkjel
Investering år 0 [NOK]	395 000	505 000	495 000	375 000
(derav varmekilde [NOK])	55 000	165 000	155 000	35 000
Total inv. Byggets levetid [NOK] (ikke diskontert, ikke tatt hensyn til restverdi)	395 000	1 000 000	960 000	485 000
(derav varmekilde [NOK])	55 000	660 000	620 000	140 000
Annuitet (kapitalkostnader) år 1 [NOK/år]	22 223	34 510	33 647	22 962
Kostnader innfyrt energi år 1 [NOK/år]	34 154	24 156	29 357	34 799
Drift og vedlikehold år 1 [NOK/år]	3 935	6 687	9 615	4 119
Årskostnad innfyrt energi + D&V år 1 [NOK/år]	38 089	30 843	38 972	38 918
Total årskostnad inkl kapitalkost år 1 [NOK/år]	60 311	65 353	72 619	61 880
Ekv. energikostnad år 1 [kr/kWh]	1,17	1,26	1,40	1,20
Diskontert total kostnad over levetid på 50 år [NOK]	1 211 729	1 320 038	1 476 119	1 245 421
Årlig energiforbruk til varme (levert energi) [kWh]	54 801	36 867	63 119	55 149

Forskjellen i investeringskostnad mellom nullalternativ A og B er:

- Tilleggs kostnaden for å installere vannbåren varme i 25 % av bygget er forutsatt å være 180 kr/m², dvs. drøyt 40 000 kr for 25 % av bygget på 900 m².
- I alternativene med VP, biokjel og kun el-kjel er det forutsatt behov for en el-kjel til å dekke spisslastbehovet på 12 kW (ca. 37 000 kr)
- Det er ikke lagt til grunn noen forskjell i tilknytningsavgift fjernvarme for de to nullalternativene. Dette skyldes at det er forutsatt samme varmeeffektbehov i begge nullalternativene (det er lagt til grunn at effektbehovet i dette tilfellet styres av effektbehovet til produksjon av varmt tappevann).

Dersom tilstrekkelige energieffektiviseringstiltak på bygget for å oppnå de påkrevde reduksjoner i energibehovet har en lavere kostnad enn 90 kr/m², vil det i dette tilfellet lønne seg for utbygger å gjennomføre disse, framfor å installere vannbåren romoppvarming i 25 % av bygget. I denne betraktningen er det forutsatt at utbygger kun er interessert i investeringskostnad i år 0. Hva slags energieffektiviseringstiltak som kan være aktuelle, er beskrevet i kap. 4.1.7.

Det er kun marginale forskjeller (2-4 %) i årlige driftskostnader (innfyrt energi, samt drift og vedlikehold (D&V)) mellom de to nullalternativene, så disse er ikke diskutert ytterligere.

Tabellen nedenfor viser kostnader for alternativet vi anser vil bli valgt av mange aktører, dersom kravet til andel energifleksibel varmforsyning økes til 80 %. Dette er de samme kostnadene som i AV 2016 ble presentert for alternativet Boligblokk 70 og 90 % (Tabell 6.4 i AV 2016), bortsett fra at det er rettet en feil ved beregning av tilknytningsavgiften til fjernvarme¹. De samme kostnadene gjelder for nullalternativ C, ettersom det er det samme alternativet.

¹ Feilen i AV 2016 var at fastbeløpet på 50 000 kr var medtatt to ganger.

Tabell 4-4 Kostnader og behov for levert energi, boligblokk med sentralisert tappevannsoppvarming samt radiatorer/vannbåren gulvvarme og elektriske varmbatterier (desentral ventilasjon).

	1 FV	2 LV-VP	3 Pellets	4 Elkjel
Investering år 0 [NOK]	520 000	650 000	640 000	525 000
(derav varmekilde [NOK])	60 000	195 000	185 000	65 000
Total inv. Byggets levetid [NOK] (ikke diskontert, ikke tatt hensyn til restverdi)	520 000	1 230 000	1 190 000	715 000
(derav varmekilde [NOK])	60 000	780 000	740 000	260 000
Annuitet (kapitalkostnader) år 1 [NOK/år]	28 081	42 592	41 728	31 043
Kostnader innfyrt energi år 1 [NOK/år]	34 636	18 944	27 107	35 649
Drift og vedlikehold år 1 [NOK/år]	5 194	8 441	11 909	5 873
Årskostnad innfyrt energi + D&V år 1 [NOK/år]	39 829	27 385	39 016	41 522
Total årskostnad inkl kapitalkost år 1 [NOK/år]	67 910	69 977	80 744	72 565
Ekv. energikostnad år 1 [kr/kWh]	1,31	1,35	1,56	1,40
Diskontert total kostnad over levetid på 50 år [NOK]	1 374 966	1 419 364	1 650 668	1 474 967
Årlig energiforbruk til varme (levert energi) [kWh]	55 949	27 800	69 004	56 495

Se kap. 4.1.6 for en sammenligning av kostnaden med nullalternativene.

4.1.5 Romoppvarmingsanlegget tilkoblet distribusjonsnett for varmt tappevann

AV 2016 vurderte også en enda mer forenklet romoppvarmingsløsning som bl.a. markedsføres av LK systems / Agder Energi, der radiator-/gulvvarmeanlegget tilkobles distribusjonsnett for varmt tappevann. Ifølge AV 2016 medfører dette en reduksjon i investeringskostnaden på 70 000 kr, dvs. 75 kr/m², fordi man klarer seg med ett felles varmedistribusjonsnett for romoppvarming og tappevannsoppvarming. I alt. 2, 3 og 4 klarer man seg også uten separat el-kjel (ettersom det kan forutsettes at varmtvannsbereideren dekker den delen av varmeproduksjonen som ikke leveres av evt. varmepumpe/pellets-kjel), noe som reduserer investeringskostnadene med ytterligere 65 000 kr i disse alternativene (drøyt 70 kr/m²).

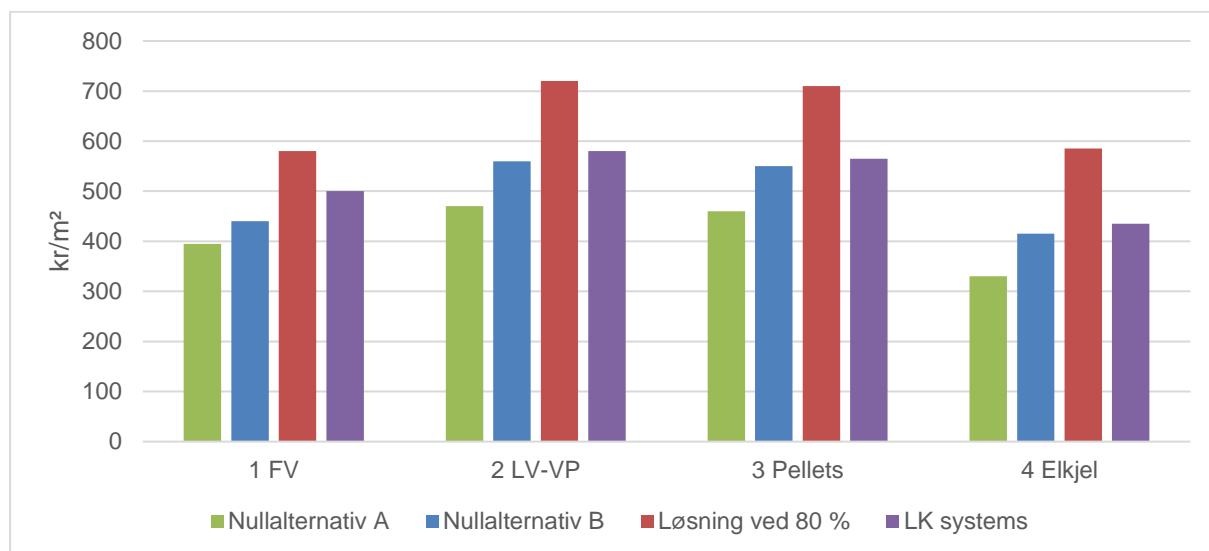
Dette betyr at dersom utbyggerne benytter denne løsningen, vil en endring i preakseptert energifleksibel andel fra 60 % til 80 % medføre en økning i investeringskostnaden i år 0 på 15 000, dvs. ca. 15 kr/m² (merkostnaden er høyere dersom det forutsettes fjernvarme).

Tabell 4-5 Kostnader og behov for levert energi, boligblokk med sentralisert tappevannsoppvarming samt radiatorer/vannbåren gulvvarme og elektriske varmbatterier (desentral ventilasjon). VV-distribusjonsnettets benyttes til oppvarming (løsning som leveres av bl.a. LK systems/Agder Energi).

	1 FV	2 LV-VP	3 Pellets	4 Elkjel
Investering år 0 [NOK]	450 000	520 000	510 000	390 000
(derav varmekilde [NOK])	60 000	130 000	120 000	0
Total inv. Byggets levetid [NOK] (ikke diskontert, ikke tatt hensyn til restverdi)	450 000	905 000	865 000	390 000
(derav varmekilde [NOK])	60 000	520 000	480 000	0
Annuitet (kapitalkostnader) år 1 [NOK/år]	24 939	33 678	32 815	22 130
Kostnader innfyrt energi år 1 [NOK/år]	34 636	18 944	27 107	35 649
Drift og vedlikehold år 1 [NOK/år]	4 519	6 483	8 667	3 915
Årskostnad innfyrt energi + D&V år 1 [NOK/år]	39 154	25 427	35 774	39 564
Total årskostnad inkl kapitalkost år 1 [NOK/år]	64 093	59 105	68 589	61 693
Ekv. energikostnad år 1 [kr/kWh]	1,24	1,14	1,33	1,19
Diskontert total kostnad over levetid på 50 år [NOK]	1 292 965	1 185 808	1 389 542	1 241 412
Årlig energiforbruk til varme (levert energi) [kWh]	55 949	27 800	69 004	56 495

4.1.6 Sammenligning av kostnader

Figuren og tabellen nedenfor oppsummerer økt investeringskostnad ved endring av preakseptert ytelse fra 60 % til 80 %, sammenlignet med hvert av de to nullalternativene. Merkostnaden er beregnet for både tilfellet med «tradisjonell forenklet løsning», og løsningen der romvarmeanlegget tilkobles distribusjonsnett for varmt tappevann, som bl.a. tilbys av LK systems.



Figur 4-1: Boligblokk: Sammenligning av investeringskostnad (år 0) mellom nullalternativ A og B og forventet løsning ved endring av preakseptert ytelse til 80 %, samt den forenklete løsningen der romvarmeanlegget tilkobles distribusjonsnett for varmt tappevann, som bl.a. tilbys av LK systems.

Tabell 4-6: Boligblokk: Oppsummering av økt investeringskostnad år 0 ved økning av preakseptert løsning.

Nullalternativet det sammenlignes med	Økt investeringskostnad år 0 [kr/m²]	
	«Tradisjonell forenklet løsning»	LK systems
Nullalternativ A	180-250	105
Nullalternativ B	140-165	15-60
Nullalternativ C	0	

Nedenfor er det presentert ytterligere detaljer ang. merkostnaden for økning til 80 % i preakseptert ytelse med en tradisjonell forenklet løsning (sammenlignet med nullalternativ B).

Tabell 4-7: Sammenligning av kostnader for boligblokk ved en økning fra 60 % til 80 % i preakseptert ytelse, forutsatt tradisjonell forenklet løsning for romoppvarmingsanlegg. Sammenligning med nullalternativ B.

Økning investeringskostnad år 0 tradisjonell forenklet løsning sammenlignet med nullalternativ B	kr	125 000	145 000	145 000	150 000
	kr/m²	140	160	160	165
	%	32 %	29 %	29 %	40 %
Økning total investeringskostnad tradisjonell forenklet løsning sammenlignet med nullalternativ B	kr	125 000	230 000	230 000	230 000
	kr/m²	140	255	255	255
	%	32 %	23 %	24 %	47 %
Økning total kostnad (avrundet) tradisjonell forenklet løsning sammenlignet med nullalternativ B	kr	165 000	100 000	175 000	230 000
	kr/m²	185	110	195	255
	%	13 %	8 %	12 %	18 %

Beregningene viser at dersom det forutsettes et tradisjonelt forenklet romoppvarmingsystem vil et økt krav fra 60 til 80 % i preakseptert ytelse påføre utbygger av boligblokker en økt investeringskostnad i energiforsyningsanlegget (distribusjon og varmeproduksjon) i år 0 på 30–40 %, tilsvarende ca. 140–170 kr/m². Merkostnaden i totalkostnad (investering, drift og vedlikehold) for hele byggets levetid vil ligge på 10–20 % (100-250 kr/m²).

Merkostnaden i investeringskostnad år 0 består av:

- A. Ca. 120 000 kr (135 kr/m²) knyttet til ekstra investeringskostnad for utvidet vannbårent oppvarmingsanlegg (fra 25 % til 100 % av arealet)
- B. Ca. 30 000 kr (35 kr/m²) knyttet til økt størrelse på el-kjelen som benyttes til spisslast (i alt. 2-4)
- C. Ca. 5000 kr (5 kr/m²) knyttet til økt effektbehov fjernvarme (det vil i dette tilfellet være romoppvarmingsbehovet som er dimensjonerende for effektbehovet) i alt. 1

I den totale investeringskostnaden gjennom hele byggets levetid, kommer merinvestering B tre ganger (forutsatt 15 års levetid).

Tilsvarende kan det gjøres en sammenligning av hvor mye investeringen i år 0 øker dersom det sammenlignes med nullalternativ A. Tabellen viser at merinvesteringen i dette tilfellet blir på ca. 200-250 kr/m².

Tabell 4-8: Sammenligning av kostnader for boligblokk ved en økning fra 60 % til 80 % i preakseptert ytelse, forutsatt tradisjonell forenklet løsning for romoppvarmingsanlegg. Sammenligning med nullalternativ A.

Økning merkostnad investering år 0	kr	165 000	225 000	225 000	230 000
tradisjonell forenklet løsning	kr/m²	185	250	250	255
sammenlignet med nullalternativ A	%	46 %	53 %	54 %	78 %

For mange aktører vil det kunne være interessant å benytte en løsning der romvarmeanlegget tilkobles distribusjonsnettet for varmt tappevann, tilsvarende systemet som bl.a. markedsføres av LK Systems/Agder Energi, ettersom den medfører lavere investeringskostnader. Tabellen nedenfor oppsummerer hvor mye investeringsbehovet i år 0 øker i dette tilfellet, sammenlignet med både nullalternativ A og B.

Tabell 4-9: Sammenligning av kostnader for boligblokk ved en økning fra 60 % til 80 % i preakseptert ytelse, forutsatt løsning tilsvarende som LK systems for romoppvarmingsanlegg. Sammenligning med nullalternativ A/B.

Økning merkostnad investering år 0	kr	95 000	95 000	95 000	95 000
Løsning tilsvarende som LK systems	kr/m²	105	105	105	105
sammenlignet med nullalternativ A	%	27 %	22 %	23 %	32 %
Økning merkostnad investering år 0	kr	55 000	15 000	15 000	15 000
Løsning tilsvarende som LK systems	kr/m²	60	15	15	15
sammenlignet med nullalternativ B	%	14 %	3 %	3 %	4 %

4.1.7 Aktuelle energieffektiviseringstiltak i nullalternativ A

Nullalternativ A vil være aktuelt for alle boligbygg der samlet oppvarmingsbehov til rom- og ventilasjonsoppvarming utgjør ≤ 40 % av byggets totale oppvarmingsbehov. Det vil si at oppvarmingsbehov til rom- og ventilasjonsoppvarming (kaller det ORV fra nå av) må være mindre enn 20 kWh/m².

Dersom man tar utgangspunkt i Multiconsults beregning av SINTEF-kassa som lå til grunn for rammekravsberegningene i TEK 17, ser man at ORV må reduseres med nesten 30 %. Til sammenligning tilsvarer passivhuskravet iht. NS 3700 en reduksjon i ORV på ca. 45 %. Det er altså ikke nødvendig å bygge like energieffektivt som det som kreves i et passivhus for å unngå krav om vannbårent romoppvarmingsanlegg (passivhuskravet er 15 kWh/m² i standard Oslo-klima).

I virkeligheten bygges det ikke SINTEF-kasser, og virkelige bygg vil i de fleste tilfeller ha et ORV som er likt eller lavere enn det som ligger til grunn i Multiconsults rammekravsberegning. Vi har utarbeidet en «kopi» av Multiconsults rammekravsberegning, utfra opplysninger om bygningsmodellen og komponentverdiene som Multiconsult benyttet. Dermed kan vi studere hvilke energieffektiviseringstiltak som er nødvendig i akkurat denne modellen for å oppnå at ORV er mindre enn 20 kWh/m².

Tabell 4-10 ser på virkningen av ulike tiltak. De fleste tiltakene er nesten uavhengige av hverandre, slik at virkningen av å gjennomføre flere tiltak blir nesten like stor som summen av de enkelte tiltakene. Nødvendig samlet besparelse er ca. 8 kWh/m².

Tabell 4-10: Energibesparelser ved ulike energieffektiviseringstiltak

Tiltak	Besparelse [kWh/m ²]
1. Varmegjenvinner øker fra 80 % til 85 %	1,8
2. Øke g-verdien i glasset fra 40 % til 50 % (dette er i praksis høyeste mulige verdi som kan oppnås for vinduer med U-verdi 0,8 W/m²K).	1,9
3. Forbedre U-verdi yttervegg fra 0,18 W/m²K til 0,12 W/m²K	2,9
4. Forbedre U-verdi tak fra 0,13 W/m²K til 0,10 W/m²K	1,0
5. Forbedre kuldebroverdi fra 0,07 til 0,05 (tilsvarer bæresystem i tre)	1,8
6. Redusere vindusarealet fra 25 % til 20 % av arealet	1,3
Alle de nevnte tiltakene	10,3

I praksis kan utbyggeren av SINTEF-kassa velge bort enten tiltak 1, 2, 4, 5 eller 6, eller endre U-verdi yttervegg til 0,15 W/m²K i stedet for 0,12 W/m²K, og allikevel klare å oppnå at ORV er mindre enn 20 kWh/m².

Disse vurderingene gjelder i praksis kun for SINTEF-kassa. I andre bygg vil energibesparelsen for ulike energieffektiviseringstiltak være annerledes. For disse vil det kunne være nødvendig med færre eller flere tiltak. I større bygg vil formfaktoren, dvs. forholdstallet mellom bygningsskallets overflateareal og byggets oppvarmede areal ofte være lavere enn det som er lagt til grunn for beregningene av SINTEF-kassa. I slike tilfeller vil man klare seg med færre energieffektiviseringstiltak enn det som er listet opp i Tabell 4-10.

Som en følge av at det vil være betydelig forskjell fra et prosjekt til et annet i hvilke energieffektiviseringstiltak som er aktuelle, vil også merkostnaden for nødvendige energitiltak variere svært mye. Det anses derfor lite hensiktsmessig å forsøke å anslå merkostnader som skal til for å oppnå nødvendig energibesparelse i akkurat dette eksempelet.

Merk at med dagens preaksepterte løsning på 60 % energifleksibel varmforsyning, vil enhver utbygger av en boligblokk som overholder kravene til passivhus jfr. NS 3700 kunne klare seg med helelektrisk oppvarming (panelovner eller elektrisk gulvvarme), forutsatt at bygget har felles produksjon av varmt tappevann.

4.1.8 Mulige løsninger for å dekke deler av romoppvarmingsbehovet med vannbåren oppvarming

I nullalternativ B er det forutsatt at 25 % av romoppvarmingsbehovet vil dekkes av vannbåren oppvarming. Det vil være flere mulige løsninger for hvordan dette kan gjennomføres.

Vi har diskutert problemstillingen med en erfaren VVS-rådgiver i Asplan Viak, og vi anser det mest aktuelt å overholde nullalternativ B ved å etablere vannbåren oppvarming i enkelte etasjer i bygget. For å oppnå en lavest mulig investeringskostnad, vil det være hensiktsmessig å velge etasjen(e) nærmest det tekniske rommet, der varmesentralen er plassert. I de fleste tilfeller vil dette være den nederste etasjen i bygget, evt. de nederste etasjene.

En annen mulig løsning vil være å etablere et vannbårent varmesystem i hele bygget, men kun etablere en radiator i hver leilighet, normalt i stua, da dette rommet normalt har høyest oppvarmingsbehov. I øvrige rom (kjøkken, soverom, badrom mm.) vil det kunne benyttes elektrisk oppvarming. Men dette vil bli en uforholdsmessig dyr løsning, da man ikke får utnyttet kostnadene for byggets varmerørsystem fullt ut.

4.2 Kontorbygg

I et kontorbygg vil man måtte tenke annerledes enn for boligblokken for å overholde energiforsyningskravet i § 14-4. Dette skyldes at andelen av oppvarmingsbehovet som benyttes til tappevann er betydelig lavere i et kontorbygg enn i en boligblokk.

Iht. beregningen utført av Multiconsult for et kontorbygg (rammekravsberegning av en såkalt «SINTEF-kasse», se Tabell 3-1), vil romoppvarming utgjøre nesten 2/3 av det totale varmebehovet for bygget. Resterende tredel fordeles nesten likt mellom ventilasjonsvarme og oppvarming tappevann.

4.2.1 Kontorbygg 60 % – nullalternativ

Dette betyr at iht. eksisterende preaksepterte løsning (oppdatert TEK 10 og TEK 17) – der det er krav om minst 60 % energifleksibel varmforsyning – vil det for kontorbygg være tilstrekkelig at det installeres vannbåren varme for romoppvarming. Dette vil normalt løses med et radiatoranlegg, men det er også mulig å velge vannbåren gulvvarme i hele eller deler av bygget. Ventilasjonsoppvarming og tappevannsoppvarming vil med gjeldende preakseptert løsning kunne være helelektrisk.

Merk at dersom utbygger velger å gjennomføre energieffektiviseringstiltak på bygningskroppen, så vil romoppvarming utgjøre en redusert andel av byggets oppvarmingsbehov. Slike tiltak kan dermed medføre at utbygger i tillegg må bygge ut sentral tappevannsforsyning eller vannbåren ventilasjonsoppvarming for å overholde preakseptert ytelse til varmforsyning.

4.2.2 Kontorbygg 80 %

Dersom kravet i den preaksepterte løsningen økes til 80 % energifleksibel varmforsyning, vil dette kunne ivaretas enten ved bruk av sentral tappevannsforsyning eller med vannbåren ventilasjonsoppvarming. I denne utredningen legger vi til grunn at det for kontorbygg vil være mest vanlig å velge vannbåren ventilasjonsoppvarming. Man har da muligheten til å velge benkeberedere til å dekke tappevannsbehovet.

Merk at en utbygger som velger å bygge betydelig mer energieffektivt (rom- og ventilasjonsoppvarming) enn det som er forutsatt i Multiconsults beregning av SINTEF-kassa, i prinsippet mister muligheten til å basere seg på benkeberedere til oppvarming av varmt tappevann, da varmt tappevann i slike tilfeller kan oversige 20 % av totalt oppvarmingsbehov.

4.2.3 Oppsummering kontorbygg

Tabell 4-11 oppsummerer hvilke løsninger som vi anser som mest sannsynlige valg av aktører med fokus på lavest mulig investering, ved ulike prosentsetser i preakseptert ytelse.

I tabellen er det også angitt hvor stor andel av varmebehovet som vi mener kan ansees dekket av energifleksible varmesystemer. Disse tallene er basert på resultater fra energiberegningene omtalt i Tabell 3-1. Virkelige bygg vil ha en annen fordeling.

Fargekoding i tabellen er:

Grønn: Energifleksible varmesystemer iht. DiBKs definisjon

Rød: Ikke energifleksibelt varmesystem

Tabell 4-11: Forventede energiforsyningsløsninger for kontorbygg

		Sannsynlig/minimum varmforsyningsløsning ved krav om x % energifleksibel varmforsyning			
		x = 60 % Nullalternativ	Dekn. grad.	x = 80 %	Dekn. grad.
Kontor-/ forretnings- bygg	Romopp- varming	Radiatoranlegg	> 60 %	Radiatoranlegg	> 60 %
	Vent- oppvarming	Helelektrisk varmebatteri		Vannbårent varmebatteri	> 15 %
	Varmt tappevann	Benkeberedere		Benkeberedere	< 20 %
Sum energifleksibel varmforsyning			> 60 %		> 80 %

4.2.4 Kostnadsberegninger

Tabell 4-12 angir kostnader for nullalternativet. Tabellen for kostnader tilknyttet nullalternativet er lik tabellen i AV 2016 for kontorbygg 50 og 60 % (Tabell 6-8 i AV 2016).

Tabell 4-12: Kostnader og behov for levert energi for kontorbygg nullalternativ med radiatoranlegg, sentral ventilasjonsoppvarming med elektriske varmebatterier og elektriske benkeberedere)

	1 FV	2 LV-VP	3 Pellets	4 Elkjel
Investering år 0 [NOK]	1 095 000	1 240 000	1 250 000	1 120 000
(hvorav varmekilde)	90 000	235 000	245 000	115 000
Total inv. Byggets levetid (ikke diskontert, ikke tatt hensyn til restverdi)	1 095 000	1 935 000	1 980 000	1 460 000
(hvorav varmekilde)	90 000	940 000	980 000	460 000
Annuitet (kapitalkostnader) år 1 [NOK/år]	61 635	78 466	79 381	67 792
Kostnader innfyrt energi år 1 [NOK/år]	75 338	51 694	63 994	76 865
Drift og vedlikehold år 1 [NOK/år]	21 884	24 778	37 471	22 404
Årskostnad innfyrt energi + D&V år 1 [NOK/år]	97 222	76 471	101 466	99 269
Total årskostnad inkl kapitalkost år 1 [NOK/år]	158 858	154 937	180 847	167 061
Ekv. energikostnad år 1 [kr/kWh]	1,47	1,43	1,67	1,55
Diskontert total kostnad over levetid på 50 år [NOK]	3 182 748	3 098 532	3 655 122	3 358 971
Årlig energiforbruk til varme (levert energi) [kWh]	120 991	78 576	140 663	121 814

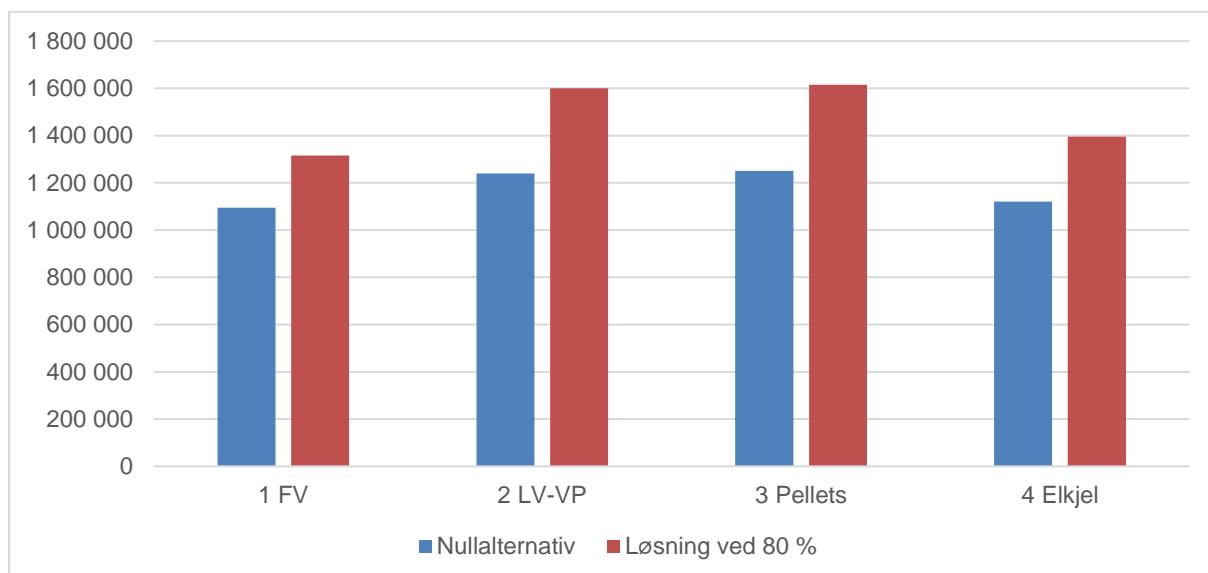
Tabellen nedenfor angir kostnader for forventet løsning dersom kravet økes til 80 %. Tabellen er lik tabellen i AV 2016 for kontorbygg 70 % (Tabell 6-9 i AV 2016), bortsett fra at det er rettet en feil ved beregning av tilknytningsavgiften for fjernvarme². Med utgangspunkt i disse tallene er det beregnet merkostnader for å øke kravet fra 60 til 80 % energifleksibel varmforsyning. Merk at tilleggskostnaden kun gjelder de utbyggere som i utgangspunktet ville ha valgt å bygge med elektrisk ventilasjonsoppvarming.

Tabell 4-13: Kostnader og behov for levert energi for kontorbygg med radiatoranlegg, sentral ventilasjonsoppvarming med vannbårne varmebatterier og elektriske benkeberedere

	1 FV	2 LV-VP	3 Pellets	4 Elkjel
Investering år 0 [NOK]	1 315 000	1 600 000	1 615 000	1 395 000
(hvorav varmekilde)	115 000	400 000	415 000	195 000
Total inv. Byggets levetid (ikke diskontert, ikke tatt hensyn til restverdi)	1 315 000	2 795 000	2 860 000	1 980 000
(hvorav varmekilde)	115 000	1 600 000	1 660 000	780 000
Annuitet (kapitalkostnader) år 1 [NOK/år]	80 377	110 820	112 385	92 562
Kostnader innfyrt energi år 1 [NOK/år]	75 338	44 809	60 691	77 309
Drift og vedlikehold år 1 [NOK/år]	26 312	31 972	48 480	27 912
Årskostnad innfyrt energi + D&V år 1 [NOK/år]	101 650	76 781	109 171	105 221
Total årskostnad inkl kapitalkost år 1 [NOK/år]	182 027	187 601	221 556	197 783
Ekv. energikostnad år 1 [kr/kWh]	1,68	1,74	2,05	1,83
Diskontert total kostnad over levetid på 50 år [NOK]	3 499 271	3 619 004	4 348 438	3 837 745
Årlig energiforbruk til varme (levert energi) [kWh]	121 456	66 689	146 856	122 518

² Feilen i AV 2016 var at fastbeløpet på 50 000 kr var medtatt to ganger.

Økning investeringskostnad år 0 sammenlignet med nullalternativ	kr	220 000	360 000	365 000	275 000
	kr/m²	60	100	100	75
	%	20 %	29 %	29 %	25 %
Økning total investeringskostnad sammenlignet med nullalternativ	kr	220 000	860 000	880 000	520 000
	kr/m²	60	240	245	145
	%	20 %	44 %	44 %	36 %
Økning totalkostnad (avrundet) sammenlignet med nullalternativ	kr	315 000	520 000	695 000	480 000
	kr/m²	90	145	195	135
	%	9 %	17 %	19 %	14 %



Figur 4-2: Kontorbygg: Sammenligning av investeringskostnad (år 0) mellom nullalternativ og forventet løsning ved endring av preakseptert ytelse til 80 %.

Resultatene viser at et økt krav fra 60 til 80 % i preakseptert ytelse vil påføre utbygger av kontorbygg en økt investeringskostnad i energiforsyningsanlegget (distribusjon og varme-produksjon) i år 0 på 20–30 %, tilsvarende ca. 50-100 kr/m². Totalkostnaden for energiforsyningen (investering, drift og vedlikehold) for hele byggets levetid vil få en økning på 10–20 % (90–200 kr/m²).

Merkostnaden i investeringskostnad år 0 består av:

- A. Ca. 200 000 kr (55 kr/m²) knyttet til ekstra investeringskostnad for vannbårne i stedet for elektriske ventilasjonsbatterier (inkl. rørnett)
- B. Ca. 90 000 kr (25 kr/m²) til økt størrelse for VP-anlegg (alt. 2) og biokjel (alt. 3)
- C. Ca. 80 000 kr (20 kr/m²) knyttet til økt størrelse på el-kjelen til spisslast (alt. 2-4)
- D. Ca. 25 000 kr (7 kr/m²) knyttet til økning i tilknytningsavgift fjernvarme grunnet økt abonnert effekt (alt. 1).

I den totale investeringskostnaden gjennom hele byggets levetid, kommer ledd B og C tre ganger (antatt 15 års levetid).

4.3 Forretningsbygg

I et forretningsbygg vil man måtte tenke tilsvarende som for kontorbygget for å overholde energiforsyningskravet i § 14-4. Dette skyldes at forventet fordeling mellom romoppvarming, ventilasjonsoppvarming og tappevannsoppvarming er ganske lik for kontorbygg og forretningsbygg.

Iht. beregningen utført av Multiconsult for et forretningsbygg (rammekravsberegning av en såkalt «SINTEF-kasse», se Tabell 3-1), vil romoppvarming utgjøre omkring 2/3 av det totale varmebehovet for bygget. Resterende tredel fordeles nesten likt mellom ventilasjonsvarme og oppvarming tappevann.

4.3.1 Forretningsbygg 60 % – nullalternativ

Dette betyr at iht. eksisterende preaksepterte løsning (oppdatert TEK 10 og TEK 17) – der det er krav om minst 60 % energifleksibel varmforsyning – vil det for forretningsbygg være tilstrekkelig at det installeres vannbåren varme for romoppvarming. Dette vil normalt løses med et radiatoranlegg, men det er også mulig å velge vannbåren gulvvarme i hele eller deler av bygget. Ventilasjonsoppvarming og tappevannsoppvarming vil med gjeldende preakseptert løsning kunne være helelektrisk.

Merk at dersom utbygger velger å gjennomføre energieffektiviseringstiltak på bygningskroppen, så vil romoppvarming utgjøre en redusert andel av byggets oppvarmingsbehov. Slike tiltak kan dermed medføre at utbygger i tillegg må bygge ut sentral tappevannsforsyning eller vannbåren ventilasjonsoppvarming for å overholde preakseptert ytelse til varmforsyning.

4.3.2 Forretningsbygg 80 %

Dersom kravet i den preaksepterte løsningen økes til 80 % energifleksibel varmforsyning, vil dette kunne ivaretas enten ved bruk av sentral tappevannsforsyning eller med vannbåren ventilasjonsoppvarming. I denne utredningen legger vi til grunn at det i også i forretningsbygg vil være mest vanlig å velge vannbåren ventilasjonsoppvarming.

Merk at en utbygger som velger å bygge betydelig mer energieffektivt (rom- og ventilasjonsoppvarming) enn det som er forutsatt i Multiconsults beregning av SINTEF-kassa, i prinsippet mister muligheten til å basere seg på benkeberedere til oppvarming av varmt tappevann, da varmt tappevann i slike tilfeller kan oversige 20 % av totalt oppvarmingsbehov.

4.3.3 Oppsummering forretningsbygg

Tabell 4-14 oppsummerer hvilke løsninger som vi anser som mest sannsynlige valg av aktører med fokus på lavest mulig investering, ved ulike prosentsetser i preakseptert ytelse.

I tabellen er det også angitt hvor stor andel av varmebehovet som vi mener kan ansees dekket av energifleksible varmesystemer. Disse tallene er basert på resultater fra energiberegningene omtalt i Tabell 3-1. Virkelige bygg vil ha en annen fordeling.

Fargekoding i tabellen er:

Grønn: Energifleksibile varmesystemer iht. DiBKs definisjon

Rød: Ikke energifleksibelt varmesystem

Tabell 4-14: Forventede energiforsyningsløsninger for kontorbygg

		Sannsynlig/minimum varmforsyningsløsning ved krav om x % energifleksibel varmforsyning			
		x = 60 % Nullalternativ	Dekn. grad.	x = 80 %	Dekn. grad.
Kontor-/ forretnings- bygg	Romopp- varming	Radiatoranlegg	> 60 %	Radiatoranlegg	> 60 %
	Vent- oppvarming	Helelektrisk varmebatteri		Vannbårent varmebatteri	> 15 %
	Varmt tappevann	Benkeberedere		Benkeberedere	< 20 %
Sum energifleksibel varmforsyning			> 60 %		> 80 %

4.3.4 Kostnadsberegninger

Tabell 4-15 angir kostnader for nullalternativet og forventet løsning dersom krav om 80 % energifleksibel varmforsyning.

Tabellen for kostnader tilknyttet nullalternativet er lik tabellen i AV 2016 for forretningsbygg 50 og 60 % (Tabell 6-12 i AV 2016).

Tabell 4-15: Kostnader og behov for levert energi for forretningsbygg **nullalternativ** med radiatoranlegg, sentral ventilasjonsoppvarming med elektriske varmebatterier og elektriske benkeberedere)

	1 FV	2 LV-VP	3 Pellets	4 Elkjel
Investering år 0 [NOK]	1 085 000	1 175 000	1 180 000	1 085 000
(hvorav varmekilde)	75 000	165 000	175 000	80 000
Total inv. Byggets levetid (ikke diskontert, ikke tatt hensyn til restverdi)	1 085 000	1 675 000	1 705 000	1 330 000
(hvorav varmekilde)	75 000	660 000	700 000	320 000
Annuitet (kapitalkostnader) år 1 [NOK/år]	61 123	72 589	73 255	64 824
Kostnader innfyrt energi år 1 [NOK/år]	154 246	102 810	129 568	157 567
Drift og vedlikehold år 1 [NOK/år]	21 664	23 471	35 428	21 744
Årskostnad innfyrt energi + D&V år 1 [NOK/år]	175 910	126 280	164 996	179 311
Total årskostnad inkl kapitalkost år 1 [NOK/år]	237 034	198 869	238 251	244 135
Ekv. energikostnad år 1 [kr/kWh]	1,07	0,90	1,08	1,11
Diskontert total kostnad over levetid på 50 år [NOK]	4 862 139	4 042 287	4 888 290	5 014 691
Årlig energiforbruk til varme (levert energi) [kWh]	247 920	155 648	290 714	249 710

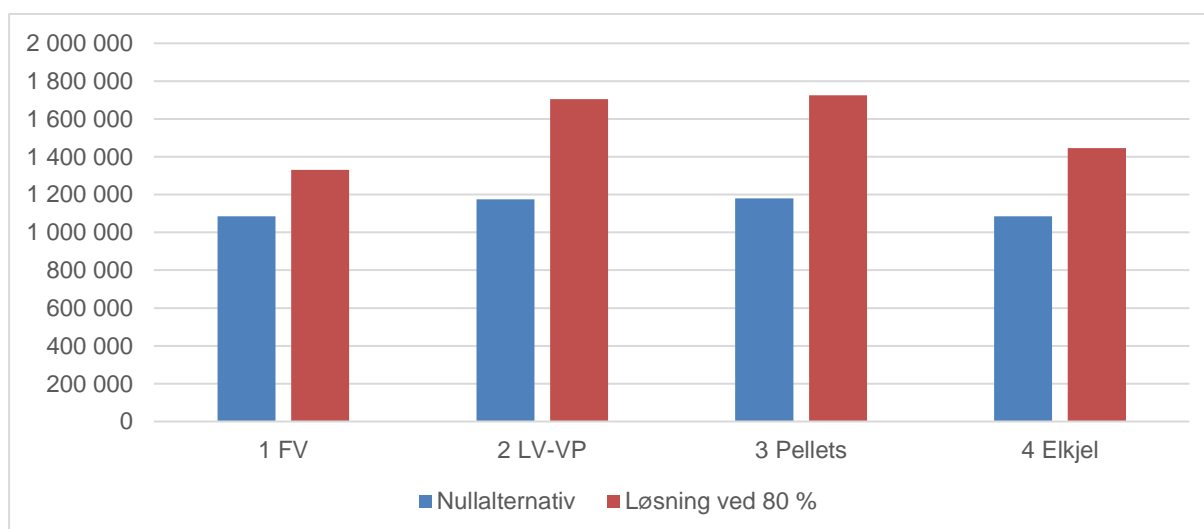
Tabell 4-16 angir kostnader for forventet løsning dersom kravet økes til 80 %. Tabellen er lik tabellen i AV 2016 for forretningsbygg 70 % (Tabell 6-13 i AV 2016), bortsett fra at det er rettet en feil ved beregning av tilknytningsavgiften for fjernvarme³. Med utgangspunkt i disse tallene er det beregnet merkostnader for å øke kravet fra 60 til 80 % energifleksibel varmforsyning. Merk at tilleggskostnaden kun gjelder de utbyggere som i utgangspunktet ville ha valgt å bygge med elektrisk ventilasjonsoppvarming.

³ Feilen i AV 2016 var at fastbeløpet på 50 000 kr var medtatt to ganger.

Tabell 4-16: Kostnader og behov for levert energi for forretningsbygg med radiatoranlegg, sentral ventilasjonsoppvarming med vannbårne varmebatterier og elektriske benkeberedere

	1 FV	2 LV-VP	3 Pellets	4 Elkjel
Investering år 0 [NOK]	1 330 000	1 705 000	1 725 000	1 445 000
(hvorav varmekilde)	130 000	500 000	525 000	245 000
Total inv. Byggets levetid (ikke diskontert, ikke tatt hensyn til restverdi)	1 330 000	3 210 000	3 295 000	2 175 000
(hvorav varmekilde)	130 000	2 000 000	2 100 000	980 000
Annuitet (kapitalkostnader) år 1 [NOK/år]	81 122	120 174	122 171	96 879
Kostnader innfyrt energi år 1 [NOK/år]	154 246	91 578	124 180	158 292
Drift og vedlikehold år 1 [NOK/år]	26 632	34 052	51 744	28 872
Årskostnad innfyrt energi + D&V år 1 [NOK/år]	180 878	125 630	175 924	187 164
Total årskostnad inkl kapitalkost år 1 [NOK/år]	262 000	245 804	298 094	284 043
Ekv. energikostnad år 1 [kr/kWh]	1,19	1,11	1,35	1,29
Diskontert total kostnad over levetid på 50 år [NOK]	5 217 263	4 869 335	5 992 648	5 690 797
Årlig energiforbruk til varme (levert energi) [kWh]	248 678	136 258	300 816	250 859

Økning investeringskostnad år 0 sammenlignet med nullalternativ	kr	245 000	530 000	545 000	360 000
	kr/m ²	70	145	150	100
	%	23 %	45 %	46 %	33 %
Økning total investeringskostnad sammenlignet med nullalternativ	kr	245 000	1 535 000	1 590 000	845 000
	kr/m ²	70	425	440	235
	%	23 %	92 %	93 %	64 %
Økning total kostnad (avrundet) sammenlignet med nullalternativ	kr	355 000	825 000	1 105 000	675 000
	kr/m ²	100	230	305	190
	%	7 %	20 %	23 %	13 %



Figur 4-3: Forretningsbygg: Sammenligning av investeringskostnad (år 0) mellom nullalternativ og forventet løsning ved endring av preakseptert ytelse til 80 %.

Resultatene viser at et økt krav fra 60 til 80 % i preakseptert ytelse vil påføre utbygger av forretningsbygg en økt investeringskostnad i energiforsyningsanlegget (distribusjon og varmeproduksjon) i år 0 på 20–50 %, tilsvarende 70-150 kr/m². Grunnen til at den prosentvise økningen blir mye større for forretningsbygg enn for kontorbygg, er at en betydelig høyere andel av maksimaleffekten til oppvarming i et forretningsbygg er knyttet til ventilasjonsoppvarmingen (pga. høyere krav til luftmengder). Totalkostnaden for energiforsyningen (investering, drift og vedlikehold) for hele byggets levetid vil få en økning på 5–25 % (100–300 kr/m²), omtrent på samme nivå som for kontorbygget.

Merkostnaden i investeringskostnad år 0 består av:

- A. Ca. 195 000 kr (55 kr/m²) knyttet til ekstra investeringskostnad for vannbårne i stedet for elektriske ventilasjonsbatterier (inkl. rørnett)
- B. Ca. 175-190 000 kr (50 kr/m²) til økt størrelse for VP-anlegg (alt. 2) / biokjel (alt. 3)
- C. Ca. 160 000 kr (40 kr/m²) knyttet til økt størrelse på el-kjelen til spisslast (alt. 2-4)
- D. Ca. 55 000 kr (15 kr/m²) knyttet til økning i tilknytningsavgift fjernvarme grunnet økt abonnert effekt (alt. 1).

I den totale investeringskostnaden gjennom hele byggets levetid, kommer ledd B og C tre ganger (antatt 15 års levetid).

5 OPPSUMMERING

Iht. gjeldende veiledningstekst til § 14-4 i Teknisk forskrift (TEK 17) så innebærer de preaksepterte ytelsene til løsninger for energiforsyning at «*Energifleksible systemer må dekke minimum 60 prosent av normert netto varmebehov, beregnet etter NS 3031:2014*».

Denne utredningen inneholder en vurdering av konsekvenser ved å endre kravet i den preaksepterte ytelsen fra 60 % til 80 % av normert netto varmebehov.

Beregningene tilsier at merkostnaden for utbygger (år 0) vil ligge et sted mellom 50 og 170 kr/m², avhengig av bygningskategori og hvilken energiforsyningsløsning utbygger velger (fjernvarme, varmepumpe, pelletskjel eller el-kjel). Merkostnaden er størst for utbygger av en boligblokk. Dette skyldes at en boligblokk må installere et vannbårent romoppvarmingsanlegg dersom preakseptert andel er 80 %, mens de i stor grad kan benytte helelektrisk oppvarming (panelovn/elektrisk gulvvarme) dersom preakseptert andel er 60 %. Ved bruk av ordinære løsninger for vannbåren romoppvarming, medfører dette en betydelig merkostnad.

Utbygger av boligblokk kan imidlertid velge en forenklet løsning for romoppvarming, der radiator-/gulvvarmeanlegget tilkobles distribusjonsnett for varmt tappevann. I et slikt tilfelle, er det beregnet en merkostnad på ca. 15 kr/m² dersom preakseptert andel endres fra 60 % til 80 % (noe høyere dersom det legges til grunn fjernvarme).

En bieffekt av kravene som stilles til andel energifleksibel varmforsyning, er at utbyggere av næringsbygg som velger å bygge energieffektivt (reduisert rom- og ventilasjonsoppvarmingsbehov), vil kunne få begrensninger i handlingsrommet for byggets varmforsyning, sammenlignet med en utbygger som velger å bygge iht. de minimumskrav som stilles til byggets energiytelse. Utbygger av et energieffektivt bygg kan dermed miste muligheten for å basere seg på benkeberedere til oppvarming av tappevann (ved preakseptert ytelse på 80 %) eller måtte installere vannbåren ventilasjonsoppvarming (ved preakseptert ytelse på 60 %).