

NOTAT

OPPDRAAG	Beregning varmegjenvinning	DOKUMENTKODE	130854-RIEn-NOT-001
EMNE	Bedre varmegjenvinning av ventilasjon	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	GEHØR Strategi og Rådgivning AS	OPPDRAAGSLEDER	Trond Ivar Bøhn
KONTAKTPERSON	Gunnar Grini	SAKSBEHANDLER	Trond Ivar Bøhn
KOPI	Isak Oksvold	ANSVARLIG ENHET	1065 Oslo Energibruk og bygningsfysikk

SAMMENDRAG

På oppdrag fra GEHØR Strategi og Rådgivning AS har Multiconsult utført beregninger for gjennomsnittlig energibesparelse (kWh/m²) ved å forbedre varmegjenvinning i ventilasjon;

- fra 80 til 85 % i eksisterende næringsbygninger med balansert ventilasjon, med og uten behovsstyrte luftmengder
- fra 70 til 80 %, og videre fra 80 til 85 % i eksisterende boligbygninger med balansert ventilasjon

Beregningene er utført på de 13 bygningskategoriene kjent fra NS 3031:2014 og energikrav i TEK.

1 Bakgrunn

GEHØR Strategi og Rådgivning AS er prosjektledere for en utredning som ser på potensialet for energisparing i norske bygg, ved gjennomføring av de antatt mest kostnadseffektive tiltakene. Utredningen gjøres på oppdrag for Lavenergiprogrammet, og baseres på tidligere studier og rapporter.

Ett av tiltakene som skal vurderes er bedre varmegjenvinning av ventilasjonsluft, i eksisterende boliger og næringsbygg. I Enovas potensial- og barrierestudie fra 2012 er det gjort anslag for energisparingen (kWh/m²) ved å øke temperaturvirkningsgrad varmegjenvinner til 80 % for næringsbygninger og til 70 % for boligbygninger.

På oppdrag fra GEHØR Strategi og Rådgivning AS har Multiconsult utført beregninger for gjennomsnittlig energibesparelse (kWh/m²) ved å forbedre varmegjenvinningen ytterligere

- fra 80 til 85 % i eksisterende næringsbygninger med balansert ventilasjon, med og uten behovsstyrte luftmengder
- fra 70 til 80 %, og videre fra 80 til 85 % i eksisterende boligbygninger med balansert ventilasjon

Beregningene er utført på de 13 bygningskategoriene kjent fra NS 3031:2014 og energikrav i TEK.

I foreliggende revisjon 02 er det også gjort noen tilleggsberegninger som angitt i nytt kapittel 4.

2 Forutsetninger

Beregningene er utført med programmet SIMIEN versjon 6.006. Det er brukt samme forutsetninger som i potensialstudien for Enova, siden beregningsresultatene skal bygge videre på disse. Etter avtale med oppdragsgiver presenteres resultatene som beregnet netto energibesparelse.

Oppdragsgiver vurderer selv systemvirkningsgrader og regner om til besparelse på målepunktet

02	4.8.2017	Tilleggsberegninger			Trond Ivar Bøhn
01	1.8.2017	Presisering at resultater er på målepunktet netto energi			Trond Ivar Bøhn
00	5.7.2017	Til oppdragsgiver	Trond Ivar Bøhn	Jürgen Kiedaisch	Trond Ivar Bøhn
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Bedre varmegjenvinning av ventilasjon

levert energi, før aggregering av virkelig potensial. (Potensialstudien for Enova har resultater på målepunktet levert energi).

Potensialstudien for næringsbygg ble utført av Multiconsult, og vi har bygget videre på de SIMIEN-modellene og forutsetningene derfra (TEK07). Potensialstudien for boliger ble utført av Prognosesenteret, og vi har forsøkt å finne og gjenbruke de samme forutsetningene de brukte den gang, innsatt i nye SIMIEN-modeller.

Forutsetninger:

- *Klimasted*: Oslo (benyttes som gjennomsnittsklima for Norge, representativt for bygningsmassen)
- *Driftstider*: Standardiserte verdier iht. tabell A.3 i NS 3031:2014
- *Luftmengder*: Veiledende luftmengder i og utenfor driftstid iht. tabell B.1 i NS 3031:2014. I praksis driftes ventilasjonen noe før og etter arbeidstiden, slik at dette ansees som representativt. For småhus 1,2 m³/h,m² og for boligblokk 1,7 m³/h,m².
- *Internlaster*: Standardiserte verdier iht. tabell A.1 og A.2 i NS 3031:2014, med unntak av belysning i næringsbygg hvor det er forutsatt behovstyring og dermed 80 % av tabellverdi
- *Oppvarming*: Vannbåren oppvarming med setpunkt temperaturer i og utenfor driftstid iht. tabell A.3 i NS 3031:2014
- *Tilluftstemperatur ventilasjon*: Konstant tilluftstemperatur 18 °C for næringsbygningene og 20 °C for boligbygningene. For bygningskategoriene kontorbygg, universitet/høgskole, sykehus, hotell, forretningsbygg, kulturbygg og lett industr/verksted er det redusert tilluftstemperatur 16 °C i sommermånedene mai-august. Tilluftstemperaturen kan virke lav for noen bygningskategorier, men er slik det lå til grunn for energirammene i TEK og for potensialstudien. En høyere tilluftstemperatur vil gi økt energibesparelse for tiltaket forbedret varmegjenvinning ventilasjon, men en reell høyere setpunkttemperatur for oppvarming enn standardisert verdi vil jevne ut dette igjen.
- *SFP-faktor*: 2,0 kW/(m³,s) for næringsbygninger og 2,5 kW/(m³,s) for boligbygninger. Tilluftsvifte og avtrekksvifte plassert før varmegjenvinner.
- *Varmegjenvinner*: Forutsatt regenerativ modell (roterende eller kammergjenvinner) med frostsikringstemperatur -10 °C iht. tabell H.7 i NS 3031:2014.

3 Resultater

3.1 Næringsbygninger

For næringsbygningene er det etter avtale med oppdragsgiver utført to sett med beregninger:

1. Forbedring av varmegjenvinner fra 80 til 85 % på reduserte gjennomsnittlige luftmengder som følge av behovstyring på anlegget. Luftmengde i driftstid er her redusert med 20 % fra tabellverdier B.1 i NS 3031:2014, mens luftmengde utenfor driftstid er uendret.
2. Forbedring av varmegjenvinner fra 80 til 85 % på fulle luftmengder iht. tabellverdier B.1 i NS 3031:2014.

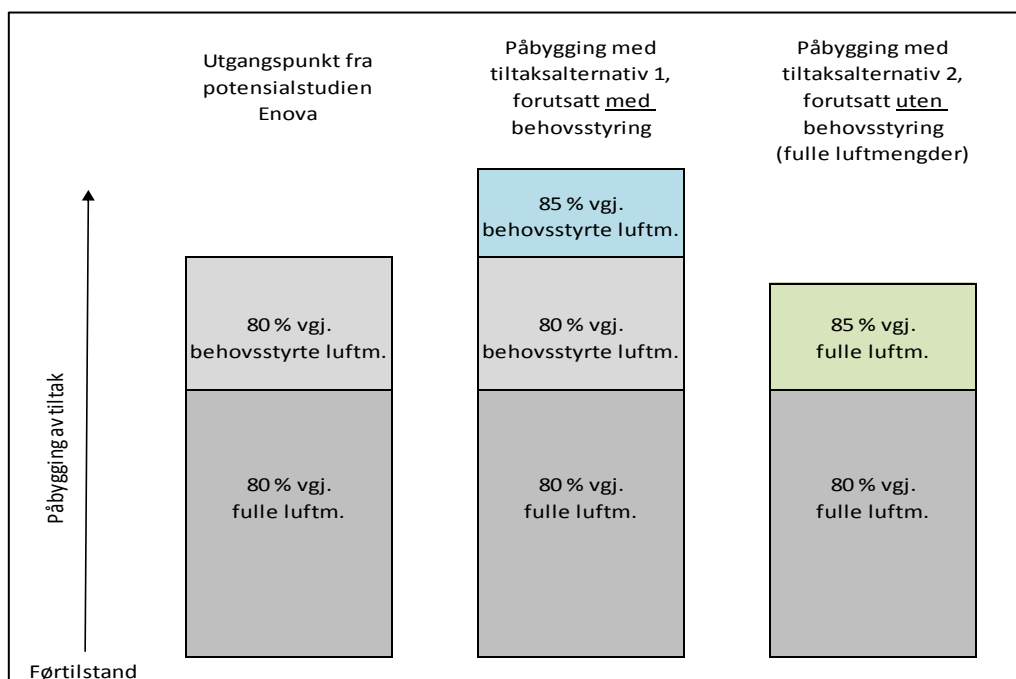
Bakgrunnen for at det er utført to sett med beregninger, er for å ha muligheten til å aggregere energibesparelse for gjensidig avhengige tiltak på ulike andeler av bygningsmassen. I Enovas potensial- og barrierestudie for næringsbygg fra 2012 ble det regnet på energibesparelse ved forbedring av varmegjenvinner opp til 80 %, og videre i annet påbyggende tiltak besparelse for behovsstyring av luftmengder (altså forutsatt 80 % varmegjenvinning). 80 % varmegjenvinning tilsvarte energitiltakskravet for næringsbygg i «gamle» TEK10 gyldig før 2016. Det som nå ligger til grunn for energirammene i «nye» TEK10 gjeldende fra 2016 er 85 % varmegjenvinning.

Bedre varmegjenvinning av ventilasjon

Dersom det nå, på hele eller en andel av bygningsmassen, skal forutsettes både forbedring av varmegjenvinner fra 80 til 85 % og samtidig behovsstyring, bygger energibesparelsen videre på begge tiltakene fra potensialstudien som altså gjaldt både forbedring av varmegjenvinner til 80% og behovsstyring. I dette tilfellet benyttes resultatene fra pkt. 1 ovenfor.

Mens dersom det nå, på hele eller en andel av bygningsmassen, skal forutsettes kun forbedring av varmegjenvinner fra 80 til 85 % og ingen behovsstyring, bygger energibesparelsen videre på kun det tiltaket fra potensialstudien som gjaldt forbedring av varmegjenvinner til 80%. I dette tilfellet benyttes resultatene fra pkt. 2 ovenfor.

Dette er illustrert i figuren nedenfor:



Figur 1: Illustrasjon påbygging av tiltak fra potensialstudien for næringsbygg

Resultater fra beregningene med forbedring varmegjenvinning fra 80 til 85 % på hhv behovsstyrte luftmengder (tiltaksalternativ 1) og fulle luftmengder (tiltaksalternativ 2) er presentert i tabellen nedenfor. Merk at dette er beregnet netto energibesparelse, og en omregning til besparelse på målepunktet levert energi må gjøres for aggregering av virkelig potensial.

Tabell 1: Resultater forbedring varmegjenvinning i næringsbygninger

Bygningskategorier	Netto energibesparelse [kWh/m ² per år] ved forbedring varmegjenvinning fra 80 til 85 % på	
	behovsstyrte luftmengder (tiltaksalternativ 1)	fulle luftmengder (tiltaksalternativ 2)
Barnehage	6,1	6,8
Kontorbygning	5,7	6,4
Skolebygning	6,6	7,4
Universitet/høgskole	6,5	7,3
Sykehus	9,5	11,5
Sykehjem	8,6	10,4
Hotellbygning	6,6	7,9
Idrettsbygning	8	9,3
Forretningsbygning	10,7	12,2
Kulturbygning	6,1	6,8
Lett industri / verksteder	5,9	6,5

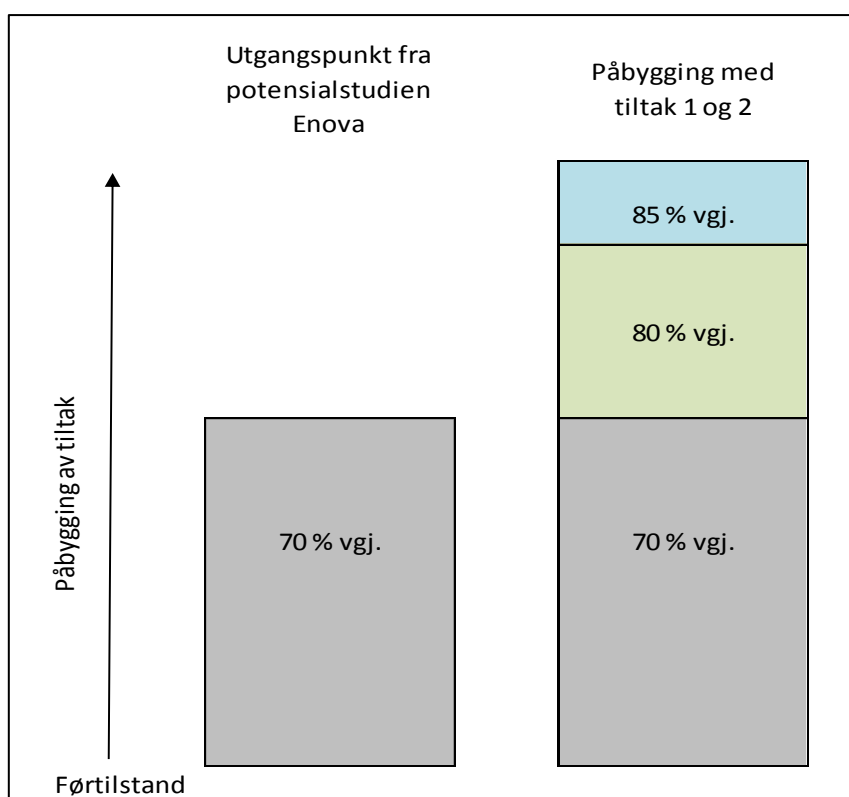
3.2 Boligbygninger

For boligbygningene er det etter avtale med oppdragsgiver utført to sett med beregninger:

1. Forbedring av varmegjenvinner fra 70 til 80 % på luftmengder iht. tabellverdier B.1 i NS 3031:2014.
2. Forbedring av varmegjenvinner fra 80 til 85 % på luftmengder iht. tabellverdier B.1 i NS 3031:2014.

Dette er gjort for å ha muligheten til å aggregere energibesparelsene og anvende det på ulike andeler av bygningsmassen. I Enovas potensial- og barrierestudie for boliger fra 2012 ble det regnet på energibesparelse ved forbedring av varmegjenvinner opp til 70 %. Behovsstyring av luftmengder var ikke aktuelt her. 70 % varmegjenvinning tilsvarte energitiltakskravet for boliger i «gamle» TEK10 gyldig før 2016. Nå i «nye» TEK10 gjeldende fra 2016 er energitiltakskravet 80 % varmegjenvinning.

Resultatene fra pkt. 1 og 2 ovenfor kan aggregeres, og bygger videre på tiltaket fra potensialstudien. Dette er illustrert i figuren nedenfor:



Figur 2: Illustrasjon påbygging av tiltak fra potensialstudien for boliger

Resultater fra beregningene med forbedring varmegjenvinning fra hhv 70 til 80 % varmegjenvinning (tiltak 1) og fra 80 til 85 % varmegjenvinning (tiltak 2) er presentert i tabellen nedenfor. Merk at dette er beregnet netto energibesparelse, og en omregning til besparelse på målepunktet levert energi må gjøres for aggregering av virkelig potensial.

Tabell 2: Resultater forbedring varmegjenvinning i boligbygninger

Bygningskategorier	Netto energibesparelse [kWh/m ² per år] ved forbedring varmegjenvinning	
	fra 70 til 80 % (tiltak 1)	fra 80 til 85 % (tiltak 2)
Småhus	4,5	2,2
Boligblokk	6,3	2,9

4 Tilleggsberegninger

Resultatene i dette notatet er ment å bygge videre på resultatene fra Enovas potensial- og barrierestudie fra 2012. I næringsbyggstudien er det regnet på besparelse for ulike tiltak i sekvens, da flere tiltak har gjensidig påvirkning (påvirker energireduksjon for annet tiltak). Dette er vist ved den rekkefølgen og nummereringen tiltakene har i bl.a. vedlegg B5 og D2. Alle driftsmessige og bygningsmessige tiltak er gjort før tiltakene på ventilasjonsanlegget, deretter kommer tiltak på belysning og varme- og kjøleanlegg.

For TEK87-byggene er det beregnet energibesparelse ved forbedring av varmegjenvinningen fra 60 til 80 % (frostsikringstemperaturen endres samtidig fra -2 til -10 °C). I etterfølgende tiltak er det beregnet besparelse ved forbedring av SFP-faktor (fra 4 til 3 kW/(m³/s)) og nytt belyningsutstyr (fra 15 til 8 W/m², kontorbygg som eksempel), hvilket er tiltak som har en viss påvirkning på varmegjenvinningstiltaket.

For TEK07-byggene er det beregnet energibesparelse ved forbedring av varmegjenvinningen fra 70 til 80% (frostsikringstemperaturen endres samtidig fra -6 til -10 °C). Her er det forutsatt at SFP = 2 kW/(m³/s) og at det er nytt belyningsutstyr med verdier iht. NS 3031 tabell A1 (8 W/m², kontorbygg som eksempel).

Etter ønske fra oppdragsgiver er det gjort nye beregninger for de førstnevnte TEK87-byggene, for forbedring av varmegjenvinningen fra 60 til 80 % (frostsikringstemperaturen endres samtidig fra -2 til -10 °C), hvor det er forutsatt at det allerede er gjort andre tiltak slik at SFP = 2 kW/(m³/s) og belysningen er iht. NS 3031 tabell A1. Og det er fortsatt forutsatt fulle luftmengder iht. NS 3031 tabell B1. Dette gjør de to nevnte tiltaksalternativene direkte sammenlignbare. Samtidig er det da kun små, neglisjerbare forskjeller ift. forutsetningene til de nye beregningene til 85 % varmegjenvinning presentert tidligere i dette notatet.

Beregnete netto energibesparelser for de overnevnte to tiltaksalternativer er presentert i tabellen nedenfor. Verdiene for forbedring fra 60 til 80 % er altså fra nye SIMIEN-simuleringer, mens verdiene for forbedring fra 70 til 80 % er eksisterende verdier hentet fra beregningsunderlaget til potensialstudien.

Tabell 3: Resultater alternativ forbedring varmegjenvinning i næringsbygg

Bygningskategorier	Netto energibesparelse [kWh/m ² per år] ved forbedring varmegjenvinning (på fulle luftmengder)		
	fra 60 til 80 %	fra 70 til 80%	
Barnehage	38,8	18,3	kWh/m ²
Kontorbygning	35,9	17,2	kWh/m ²
Skolebygning	44,3	20,8	kWh/m ²
Universitet/høgskole	43	20,3	kWh/m ²
Sykehus	77,5	36,3	kWh/m ²
Sykehjem	70	32,7	kWh/m ²
Hotellbygning	51,4	24,2	kWh/m ²
Idrettsbygning	40	19,7	kWh/m ²
Forretningsbygning	74,5	35,1	kWh/m ²
Kulturbygning	40	19,0	kWh/m ²
Lett industri / verksteder	36,4	17,4	kWh/m ²