

**Bilag 7 til bygningsreglement 1995:
Beregning af bygningers energibehov.****Energiforsyningen til ejendommen**

Byggeloven omfatter ikke forhold udenfor grunden. Derfor omfatter energirammen leveret energi til ejendommen til opvarmning, ventilation, varmt vand, køling og eventuel belysning.

Der tages således ikke hensyn til distributionstab i fjernvarmeledninger, konverteringstab i fjernvarmeværker, effektiviteten i kraftvarmeværker m.m., som den enkelte bygningsejer ikke har indflydelse på.

Sammenvejning af energiforsyninger

De fleste bygninger forsynes med mindst 2 forskellige energiforsyningsformer.

Energistyrelsen har besluttet, at der til brug for vurdering af bygningers energirammer anvendes en faktor på 2,5 ved sammenvejning af el med henholdsvis gas, olie og fjernvarme.

Beregningsforudsætninger

Ved beregning af bygningers energibehov benyttes beregningsmetoden i By og Byg Anvisning xx, Bygningers energibehov, beregning af tilført energi. Med mindre andre beregningsforudsætninger kan begrundes med den aktuelle opgave, anvendes følgende forudsætninger:

Zoneopdeling

Bygninger regnes normalt som en termisk og energimæssig zone. Undtagelsen er bygninger med forskellig benyttelse i forskellige afsnit af bygningen, se senere.

Udeklima

Ved beregningerne anvendes månedsmiddelværdier for udeklimaet fra det Danske Design Reference År, DRY.

Brugstid

Boliger og andre bygninger med overnatning fx kollegier, plejehjem, vandrehjem, hoteller og lignende antages at være i brug hele tiden dvs. 168 timer/uge.

I andre bygninger fastsættes brugstiden efter de aktuelle forhold. Brugstiden fastlægges som det tidsrum, hvor bygningen er i funktion til sit hovedformål og installationer til opvarmning, ventilation og belysning er i normal drift. I kontorer kan normalt antages en brugstid på 40-45 timer/uge. I undervisningsbygninger uden aftenundervisning kan normalt antages en brugstid på 35-40 timer/uge. I daginstitutioner kan normalt antages en brugstid på 40-50 timer/uge. I butikker, detail- og engroshandel kan normalt antages en brugstid på 40-60 timer/uge afhængigt af åbningstidens længde, og om der er åbent om aftenen og om lørdagen.

Rumtemperatur

Alle opvarmede rum antages at holde en månedlig gennemsnitstemperatur på mindst 20 °C i alle årets måneder. Rum opvarmet til mellem 5 og 15 °C kan enten betragtes som uopvarmet eller som opvarmet til mindst 20 °C. Rum, der betragtes som uopvarmede, indgår ikke i det opvarmede etageareal. Ved bestemmelse af det dimensionerende transmissionstab anvendes DS 418:2002 med en rumtemperatur på mindst 20 °C.

I rum med mekanisk køling antages en maksimal rumtemperatur på højst 25 °C.

I rum, hvor rumtemperaturen i perioder overstiger 26 °C, antages varmeoverskuddet (i forhold til at holde en rumtemperatur på maksimalt 26 °C) fjernet med elektrisk drevet mekanisk køling med en samlet virkningsgrad på 2,5. Dette gælder også for rum, hvor der ikke er mekanisk køling.

Ventilation

Ved beregningerne anvendes de aktuelle ventilationsforhold i rummene, dog mindst svarende til Bygningsreglementets minimumskrav. Ventilationsbestemmes på grundlag af ventilationssystemernes gennemsnitsydelse i de enkelte rum i bygningens brugstid henholdsvis om vinteren og om sommeren i varme perioder fx i juli og august. Ved fastlæggelse af den gennemsnitlige ydelse tages der hensyn til den aktuelle tidsstyring af anlæggene samt en eventuel behovsstyring og belastningerne i rummene. Rum med ens ventilationsforhold, og rum der betjenes af samme ventilationssystem, kan beregnes samlet.

I alle rum i en bygning antages i hele bygningens brugstid en ventilation på mindst 0,30 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal, hvilket svarer til et luftskifte på ca. 0,5 gange pr. time ved normal rumhøjde og forhold mellem netto gulvareal og etageareal. Mindsteværdien i brugstiden på 0,30 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal anvendes både i boliger og i andre

bygninger og uanset hvilken type ventilation, der er: naturlig, mekanisk eller hybrid.

Om sommeren tages der hensyn til forøget naturlig eller mekanisk ventilation i varme perioder samt eventuel nedkøling af bygningen om natten med kølig udeluft.

I rum med naturlig ventilation gennem åbne vinduer eller lignende kan der normalt i brugstiden i varme sommerperioder som gennemsnit antages en ventilation på højst 1,2 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal svarende til et luftskifte på ca. 2,0 gange pr. time, når vinduerne står åbne, med mindre der kan dokumenteres en højere værdi. Rum uden oplukkelige vinduer kan kun antages at have ekstra naturlig ventilation i varme sommerperioder, hvis de er i åben forbindelse med andre rum med oplukkelige vinduer eller lignende, eller der på anden vis kan tilvejebringes den nødvendige luftstrøm mellem rummene fx gennem åbne døre eller særlige ventilationsåbninger. I boliger og lignende kan det højst antages, at vinduerne kan stå åbne 75 % af tiden. Det kan normalt ikke antages, at vinduerne kan være åbne mod stærkt trafikerede eller støjende veje og lignende.

I rum med naturlig ventilation gennem åbne vinduer eller lignende kan der normalt om natten, udenfor brugstiden i varme sommerperioder som gennemsnit antages en ventilation på højst 0,6 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal svarende til et luftskifte på ca. 1,0 gange pr. time, når vinduerne står åbne, med mindre der kan dokumenteres en højere værdi. Nattekøling gennem åbne vinduer forudsætter, at vinduerne kan være åbne om natten af sikkerhedshensyn i relation til indbrud og lignende.

I rum med mekanisk udsugning skal den udsugede luftstrøm trækkes fra den naturlige ventilation gennem vinduerne. I rum med balanceret mekanisk ventilation kan den samlede ventilationen normalt antages at være summen af den mekaniske ventilation og ventilationen gennem de åbne vinduer.

Infiltration

Der skal normalt i alle rum, også de rum der ikke har flader mod det fri, regnes med en infiltration på mindst 0,10 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal både i brugstiden og udenfor brugstiden. Denne infiltration dækker også tilfældig åbning af vinduer og døre i forbindelse med brug af bygningen. I rum med naturlig ventilation eller mekanisk udsugning antages det, at infiltrationen er en del af den samlede ventilation. I rum med balanceret mekanisk ventilation skal infiltrationen lægges til den mekaniske ventilation.

I bygninger, hvor det er eftervist at klimaskærmen er særligt lufttæt, svarende til et luftskifte under 0,4 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal ved

trykprøvning med 50 Pa, kan infiltrationen antages reduceret til 0,05 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal.

Solindfald

Solindfaldet gennem vinduer samt døre med glaspartier bestemmes på grundlag af den aktuelle udformning af vinduet herunder glasareal og solvarmetransmittans (g-værdi) samt solindfaldvinklens gennemsnitlige betydning på månedsbasis.

Ved bestemmelse af solindfaldet gennem vinduer tages der hensyn til skygger på vinduet både fra lige omkring vinduet og fra omgivelserne.

Solafskærmning

Ved beregning både af opvarmningsbehov og af kølebehov skal der tages hensyn til en eventuel solafskærmning. Solafskærmningen antages at være i brug, når der er direkte sol på vinduet, uafhængig af om der er opvarmnings eller kølebehov i rummet. Solafskærmningen kan være enten udvendig, indvendig eller mellem glaslagene. Ved bestemmelse af solafskærmningens virkning skal der tages hensyn til den aktuelle type solafskærmning og rude. Manuelt styret solafskærmning kan kun antages at være aktiv i brugstiden. Automatisk styret solafskærmning kan også antages at være aktiv udenfor brugstiden.

Internt varmetilskud

Det interne varmetilskud består af varmetilskud fra personer, apparatur og belysning.

I boliger og andre bygninger med overnatning fx kollegier, plejehjem, vandrehjem og hoteller antages et gennemsnitligt varmetilskud fra personer på 1,5 W pr. m² opvarmet etageareal og et gennemsnitligt varmetilskud fra apparatur på 3,5 W pr. m² opvarmet etageareal. I boliger og andre bygninger med overnatning dækker varmetilskuddet fra apparatur også belysningen. I boliger herunder fx kollegier og plejehjem antages dog et varmetilskud på mindst 90 W fra personer og 210 W fra apparatur pr. boligenhed og maksimalt 360 W fra personer og 840 W fra apparatur pr. boligenhed, svarende til mindst en person og maksimalt fire personer pr. boligenhed.

I andre bygninger bestemmes det gennemsnitlige interne varmetilskud efter de aktuelle forhold i rummene herunder fx antallet af arbejdspladser, apparaturets nominelle effekt og den faktiske tilstedeværelses eller benyttelsestid. Almenbelysning og arbejdsbelysning i relation til DS 700 beregnes separat, se nedenfor. Særbelysning fx spot på udstillinger, belysning i montre og lignende indgår dog under apparater. Ved bestemmelse af varmetilskuddet fra apparatur skal der også tages hensyn til apparatur, som er i drift udenfor brugstiden.

Rum med særlig stor intern varmebelastning

I bygninger foretages der en individuel vurdering af forholdene i rum, hvor der er koncentreret en stor varmebelastning, som følge af den proces, der foregår i det pågældende rum.

F.eks. vil traditionel teknologi i server-, kopi- eller printerrum ofte kunne medføre, at der er stor, koncentreret intern varmebelastning og behov for køling året rundt. Den tilførte energi kan ikke på rimelig vis antages at være "gratisvarme" tilført bygningen som helhed. Den pågældende teknologi antages desuden på kort sigt (5 – 10 år) at blive ændret, så der vil være mindre behov for køling.

I sager - som i eksemplet ovenfor - trækkes elforbruget til processen fx serveren ud af beregningerne, og der regnes alene med varmetilskud som gennemsnittet for resten af bygningen, ligesom kølebehov til serverrummet ej heller indgår i det opgjorte energibehov for bygningen, som skal sammenlignes med energirammen.

Belysning

For andre bygninger end boliger samt bygninger med overnatning bestemmes elforbruget og dermed også varmetilskuddet fra almen- og arbejdslysning i de enkelte rum. Belysningen forudsættes baseret på DS 700. For kontorer og lignende forudsættes almenbelysningen i loftet normalt suppleret med arbejdslamper.

Elforbruget til belysningen bestemmes ud fra den installerede effekt og driftstiden under hensyn til styringen af belysningen. Ved bestemmelse af den installerede effekt indgår også elforbruget til fx forkoblinger og automatik. Driftstiden for almenbelysningen antages at afhænge af dagslystilgangen, se nedenfor. Ved bestemmelse af elforbruget kan rummene opdeles i belysningszoner med forskellig dagslystilgang, afhængigt af fx arbejdspladsernes placering og belysningsanlæggets zonedeling.

Ved manuel styring af almenbelysningen forudsættes det, at der bliver et belysningsniveau som er væsentligt højere, typisk 200 lux højere, end krævet i DS 700 inden belysningen bliver slukket, og at belysningen igen tændes ved et tilsvarende højt belysningsniveau. Ved automatisk styring af belysningen kan det antages at styringen kan holde et belysningsniveau som er noget tættere på kravene i DS 700, men at der i praksis stadig vil være en væsentlig margen af størrelsesordenen 100 lux. Arbejdslamper antages normalt tændt i brugstiden, når arbejdspladsen benyttes, også selv om der er tilstrækkelig dagslys eller der ikke sidder en person hele tiden.

Rum med ens belysning, styring og dagslysadgang kan beregnes samlet. Ved bestemmelse af elforbruget til belysning skal der også tages hensyn til belysning, som er i drift udenfor brugstiden.

Dagslys

Dagslystilgangen bestemmes ved hjælp af dagslysfaktoren. Dagslysfaktoren angiver forholdet mellem belysningen inde, normalt på arbejdsborde og lignende, i forhold til den diffuse belysning ude på et vandret frit plan. Dagslysfaktoren bestemmes for typisk placering af arbejdspladserne. Ved bestemmelse af dagslysfaktoren skal der tages hensyn til de aktuelle forhold herunder udformningen af vinduer, glasareal, glastype, rumgeometri, rumfarve og permanente skygger. Der kan normalt ses bort fra bevægelig solafskærmning, som kun er for ved direkte solstråling, hvor der normalt vil være et belysningsniveau fra dagslyset, som mindst svarer til dagslysfaktoren.

Varmetab

Varmetabet bestemmes efter DS 418 dog med anvendelse af månedsmiddelterperaturer. Ved gulvvarme skal der ved beregning af varmetabet tages hensyn til forhøjet temperatur i gulvkonstruktionerne og ud for fundamentene. Ved bestemmelse af varmetabet kan der tages hensyn til virkningen af eventuelle uopvarmede rum, som ikke er en del af det opvarmede etageareal.

Varmt brugsvand

I boliger og andre bygninger med overnatning fx kollegier, plejehjem, vandrehjem, hoteller samt i restauranter, svømmehaller, klubhuse, hospitaler og lignende antages et årligt forbrug af varmt brugsvand på mindst 0,25 m³ pr. m² opvarmet etageareal. Forbruget antages normalt jævnt fordelt over året. Undtagelsen kan fx være vandrehjem og sommerhoteller, hvor en større del af forbruget kan ligge om sommeren.

I boliger herunder fx kollegier og plejehjem antages dog et årligt forbrug af varmt brugsvand på mindst 15 m³ pr. boligenhed og maksimalt 60 m³ pr. boligenhed, svarende til mindst en person og maksimalt fire personer pr. boligenhed.

I andre bygninger til fx kontorer, dag- og undervisningsinstitutioner samt engros- og detailhandel og lignende antages et årligt forbrug af varmt brugsvand på mindst 0,10 m³ pr. m² opvarmet etageareal.

Det varme brugsvand antages opvarmet til mindst 55 °C.

Varmetab fra installationer

Varmetabet fra rør, beholdere, fjernvarmevekslere, ventilationskanaler, -aggregater og lignende bestemmes på grundlag af DS 452. Ved bestemmelse af varmetabet skal der både tages hensyn til rørtemperaturen og omgivelsernes temperatur. Der kan ses bort fra varmetab fra varmerør indenfor klimaskærmen under forudsætning af, at rørtemperatur eller vandstrøm er styret efter varmebehovet i bygningen eller udetemperatur. Der kan ligeledes ses bort fra varmetabet fra ventilationskanaler og -aggregater indenfor klimaskærmen. Desuden kan der ses bort fra varme-

tabet fra rør til varmt brugsvand, der bliver kolde mellem tapningerne. Vejledningen vedrørende ventetid på varmt vand i DS 439 forudsættes opfyldt.

Varmebehov

Varmebehovet beregnes som specificeret i EN 832 og prEN ISO 13790. Ved bestemmelse af varmebehovet tages der desuden hensyn til anvendelsen af solafskærmning, opvarmningssæsonens længde, den aktuelle nyttiggørelse af en del af varmetabet fra installationer herunder kedlen samt varmegenvinding i ventilationsanlæg og opvarmning i eftervarmeplader i ventilationsanlæg til nødvendig indblæsningstemperatur.

Kølebehov

Kølebehovet beregnes efter samme princip som varmebehovet. Som udgangspunkt anvendes den hollandske standard NEN 2916. Desuden tages der hensyn til solafskærmning samt kølevirkning af ekstra ventilation i varme sommerperioder i brugstiden og om natten.

Specifikation af beregning af kølebehovet vurderes nærmere, når der foreligger en CEN standard om det.

Kedler

Kedeltabene og elforbruget til kedlen bestemmes månedsvist ud fra de aktuelle forhold. Ved bestemmelse af kedeltabet skal der tages hensyn til fx virkningsgrad, varmetab til omgivelserne, styringen af kedeltemperaturen, produktion af varmt brugsvand samt blæserens og automatikkens elforbrug. Kedlen kan antages slukket om sommeren, hvis forbruget af varmt brugsvand dækkes på anden vis fx med solvarme eller brugsvandsvarmepumpe.

Varmepumper

Elforbruget til varmepumper bestemmes på grundlag af den samlede virkningsgrad under hensyn til forbruget til hjælpeudstyr herunder pumper, ventilatorer, elvarmelegemer og automatik.

Solvarme

Bidraget fra solvarme til varmt brugsvand bestemmes månedsvist på grundlag af den aktuelle udformning af anlægget herunder størrelse, orientering og hældning af solpanelerne. Desuden bestemmes elforbruget til pumper og styringsautomatik.

Beregning af bidraget fra solvarme til rumopvarmning specificeres, når der foreligger en CEN standard om det.

Pumper

Elforbruget til pumper bestemmes ud fra pumpernes nominelle effekt, driftstiden for anlægget og styringen. Alle pumper i varmeanlægget inklusive eventuelle pumper på kedlen samt pumper ved opvarmning og

cirkulation af varmt brugsvand og pumper i relation til køling skal indgå i beregningen.

Ventilatorer

Elforbruget til ventilatorer bestemmes på grundlag af den optagne eleffekt og anlægget driftstid. I anlæg med varierende volumenstrøm kan den gennemsnitlige optagne eleffekt anvendes ved beregningen. I hybride ventilationsanlæg kan det eventuelt antages, at en del af ventilationen sker ved naturlig ventilation, forudsat at det dokumenteres.

Kølemaskine

Elforbruget til kølemaskiner bestemmes på grundlag af den samlede virkningsgrad under hensyn til forbruget til hjælpeudstyr herunder pumper, ventilatorer, elvarmelegemer og automatik.

Solceller

Beregning af solceller specificeres, når der foreligger en CEN standard om det.

Minikraftvarme

Beregning af minikraftvarme specificeres, når der foreligger en CEN standard om det.

Bygninger med blandet brug

I bygninger med blandet brug, fx hvor der indenfor samme bygning er både boliger og butikker, foretages der en underopdeling af bygningens samlede opvarmede etageareal i bygningsafsnit med samme brug. Der kan ses bort fra varmetab og -tilskud gennem adskillelsen mellem sådanne bygningsafsnit. Ved fastlæggelse af energirammen for bygningen anvendes den samme opdeling i bygningsafsnit med forskellig anvendelse.

Præsentation af inddata og resultater

Ved beregning af energirammen skal de anvendte beregningsforudsætninger og inddata tydeligt fremgå af beregningerne, ligesom de beregnede resultater mindst skal indeholde specifikation af energibehov mm.

Specifikation af inddata:

Her anføres beregnede inddata samt oplyste relevante inddata fra producenter.

For en række byggevarer findes oplysningerne i forbindelse med CE-mærkningen af byggevaren.

For vinduer er problemstillingen dog mere kompleks.

Gennem et betydeligt udviklingsarbejde er der udviklet ruder med meget fine energimæssige egenskaber. Det kritiske punkt for ruderne er nu afstandsprofilerne, men også her er der udviklet profiler, såkaldte ”varme

kanter”, der formindsker varmetabet ved kanterne. Tilsvarende er der udviklet bedre rammer og karme. Imidlertid udnytter langt fra alle vinduesproducenter i dag de nye muligheder i deres produktion. Det er derfor vigtigt at sikre sig, at vinduesproducentens oplysninger vedrører U-værdierne for de **faktiske** vinduer:

Nogle vinduesproducenter oplyser kun U-værdien for ruden, der typisk vil være væsentligt bedre end den resulterende U-værdi for vinduet. Såfremt der kun foreligger oplysning om rudens U-værdi, skal der for hele vinduet anvendes mindste U-værdien på 2,0 W/m²K, med mindre der foretages en beregning af U-værdien efter DS 418:2002. For vinduer med små rundefelter bør der altid foretages en særskilt beregning efter DS 418:2002.

I nær fremtid kommer der europæiske standarder, hvorefter vinduer skal CE-mærkes efter en overgangsperiode:

Imidlertid åbner standarden for vinduer mulighed for, at CE-mærkning kan ske på grundlag af et vindue, der måler 1,23 m x 1,48 m. Denne løsning indebærer, at de faktiske U-værdier for vinduer mindre end standardvinduet kan være væsentligt dårligere. Her er beregning af vinduets U-værdi ligeledes nødvendig.

For ovenlys ventes den kommende standard for ovenlys at indeholde bestemmelse af den faktiske U-værdi i forbindelse med CE-mærkningen, men da standarden endnu ikke er færdig, kan der gå nogle år inden CE-mærkning af ovenlys er obligatorisk. Derfor er oplysninger om ovenlysets korrekte U-værdi baseret på beregning efter DS 418:2002 nødvendig.

Specifikation af resultater

Resultaterne fra beregningen skal, ud over den nødvendige tilførte energi til bygningen pr. m² opvarmet etageareal, også indeholde tilstrækkelig med oplysninger, der kan dokumentere resultatet. (Specificeres nærmere senere).

Indberetning af resultater

I forbindelse med ansøgning om byggetilladelse efter 1. januar 2006 indberettes inddata og resultater med beregning af bygningens energiramme elektronisk til Energimærkningsordningen, der kvitterer for modtagelsen. Kvitteringen vedlægges ansøgningen om byggetilladelse.

Eventuelle ændringer af forudsætninger i byggeprojektforløbet indberettes ligeledes til kommunen, og såfremt ændringerne har konsekvenser for opfyldelsen af energirammen også til Energimærkningsordningen.

Anvendelse af resultater

I forbindelse med energimærkning af nye bygninger foretager en uafhængig energikonsulent en gennemgang af bygningen med kontrol af, at de

indberettede forudsætninger for energirammeberegningen er opfyldt. Energimærkning skal være foretaget inden udstedelse af ibrugtagningstilladelse.